Marcin Ryszkiewicz

HOMO SAPIENS

★★★

Meandry ewolucji

CiS

Marcin Ryszkiewicz

HOMO SAPIENS

★★★

Meandry ewolucji

Wydawnictwo CiS

Spis treści

Od wydawcy

Wstęp Sześć tysięcy słów

Rozdział pierwszy Niełatwo zostać człowiekiem

Rozdział drugi Potomkowie zwycięzców

Rozdział trzeci Album rodzinny

Rozdział czwarty Azjatyckie poszukiwania

Rozdział piąty Tajemnica afrykańskiego ryftu

Rozdział szósty Homo glacialis

Rozdział siódmy Z powrotem na drzewa

Rozdział ósmy Błędy i wypaczenia w ewolucji człowieka

Rozdział dziewiąty Mniej zwierzęcia, to więcej człowieka

Rozdział dziesiąty Afrykański exodus

Rozdział jedenasty Pamiętliwe geny

Rozdział dwunasty Dziesięć tysięcy lat przyspieszonej ewolucji?

Zakończenie (choć to dopiero początek…)

Apendyks Z historii paleoantropologii i z dziejów badań nad pochodzeniem ras ludzkich

Copyright © 2013 by Marcin Ryszkiewicz
Copyright © 2013 for this edition by Wydawnictwo CiS

Projekt okładki i stron tytułowych oraz opracowanie ilustracji: Studio Gonzo & Co.

Redakcja: Piotr i Ewa Szwajcer

Indeks i korekta: Jan i Joanna Gondowicz

Wszelkie prawa zastrzeżone. Reprodukowanie, kodowanie w urządzeniach przetwarzania danych, przesyłanie drogą elektroniczną (przewodowo i bezprzewodowo), odtwarzanie w jakiejkolwiek formie w wystąpieniach publicznych w całości lub części tylko za wyłącznym zezwoleniem właściciela praw autorskich.

Wydanie I (e-book)

Warszawa — Stare Groszki 2013

Wydawnictwo CiS
02-526 Warszawa
Opoczyńska 2A/5
e-mail: CiS@CiS.pl
www.cis.pl

ISBN 978-83-61710-52

Skład wersji elektronicznej:
Virtualo Sp. z o.o.

Od wydawcy

Pochodzenie człowieka i nasza, czyli gatunku *Homo sapiens*, wyjątkowość — a także szczególny charakter i specyficzna historia planety, na której żyjemy — to problemy od wieków nurtujące filozofów, a od kilkuset lat, już od chwili narodzin współczesnej nauki, również naukowców.

Część tej historii, a przynajmniej jej nowszych odsłon, przedstawia w książce, którą właśnie przekazujemy do rąk czytelników, doktor Marcin Ryszkiewicz, pracownik Muzeum Ziemi, autor kilkunastu książek i setek artykułów publikowanych w najpoczytniejszych polskich gazetach i tygodnikach, znany i ceniony popularyzator nauk przyrodniczych i ewolucjonizmu.

Oczywiście w naukach o człowieku zawsze jest (i było) tak, że wciąż więcej jest pytań i hipotez niż uzasadnionych twierdzeń i świadectw empirycznych, a oprócz teorii mających już dziś status naukowego faktu (na przykład afrykańskie korzenie naszego gatunku i jego bliskie pokrewieństwo z szympansem) i oprócz uczonych o uznanym i niekwestionowanym dorobku mnóstwo jest też spekulacji oraz mniej lub bardziej szalonych pomysłów, których dziś już do nauki nikt nie zalicza, choć niektóre z nich kiedyś były traktowane poważnie i nawet stały się inspiracją dla dalszych, nieraz uwieńczonych sukcesem badań.

W tej książce Marcin Ryszkiewicz poza własną wizją wyjątkowości antropogenezy, opierającą się na najnowszych odkryciach z bardzo wielu

dziedzin nauki — od geologii, poprzez paleoarcheologię, paleoantropologię, prymatologię aż po psychologię ewolucyjną — przedstawia też sporo ciekawych teorii, faktów i postaci z historii nauk o człowieku i nauk o Ziemi i z pogranicza nauki (najtrudniejsze pytania zawsze prowokowały do wysuwania najbardziej kontrowersyjnych tez). To zajmujące opowieści, bo, mimo ekstrawagancji, te idee często były intrygujące, podobnie jak postacie ich twórców (nieco takich historycznych ciekawostek można też znaleźć w dołączonym do książki Apendyksie, poświęconym historii naukowej refleksji nad człowiekiem). To też kawałek naszego naukowego dziedzictwa, a czasem nawet naukowej współczesności.

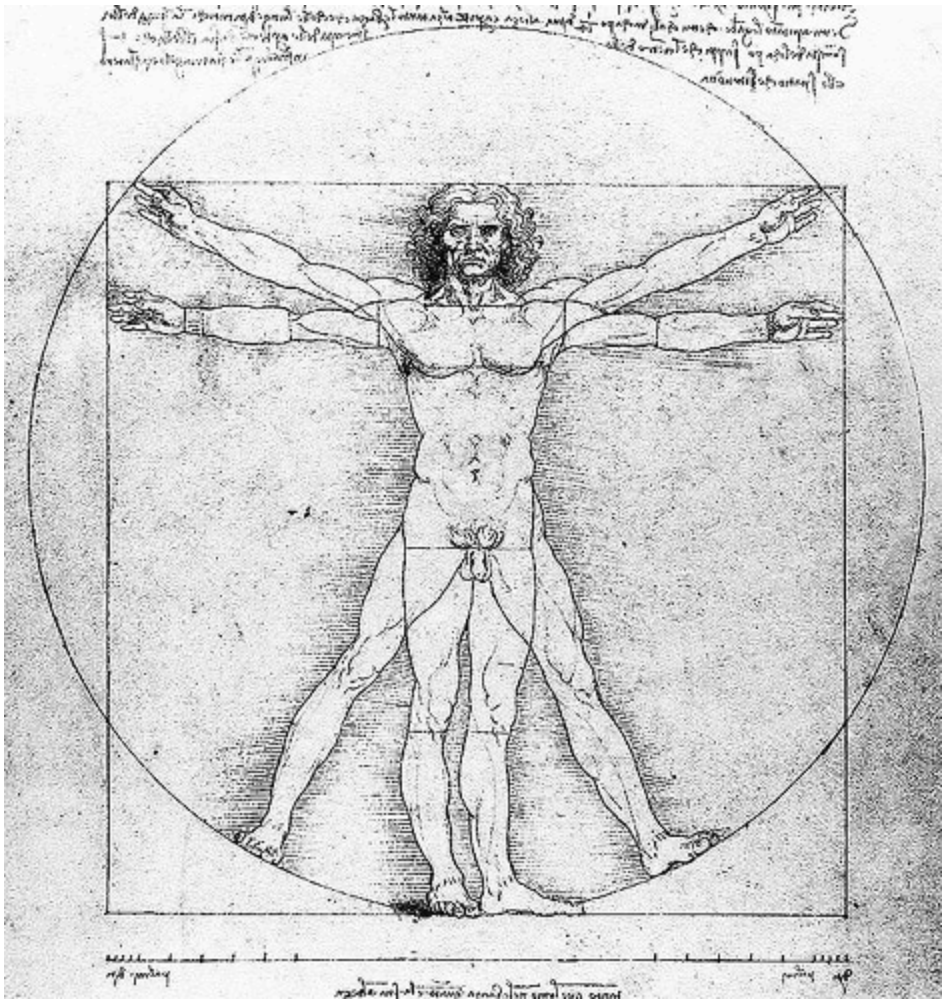
Tym jednak czytelnikom, którzy najpierw chcieliby się dowiedzieć, jak naprawdę — przynajmniej w świetle dzisiejszej wiedzy — wyglądały meandry ewolucji człowieka współczesnego i na czym rzeczywiście polegała jej wyjątkowość, postanowiliśmy nieco ułatwić zadanie: fragmenty książki niezwiązane z głównym wątkiem narracji, a opisujące właśnie różne ciekawe momenty i postacie z historii nauk o człowieku i nauk o Ziemi, złożone są drobniejszym drukiem i wyróżnione dodatkowo w ramkach. Mamy nadzieję, że taka forma dodatkowo ułatwi lekturę tej fascynującej i barwnej opowieści.

Zapraszamy zatem w podróż po drogach i bezdrożach ewolucji człowieka.

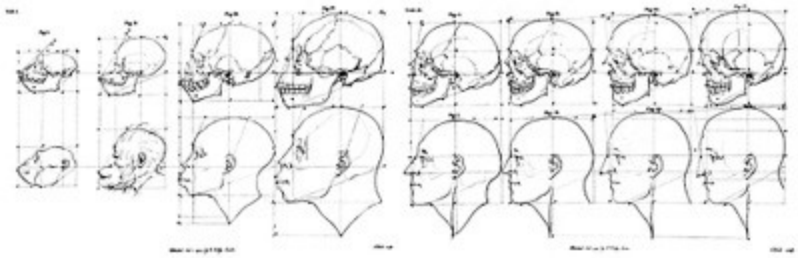
Wydawnictwo CiS

Wstęp

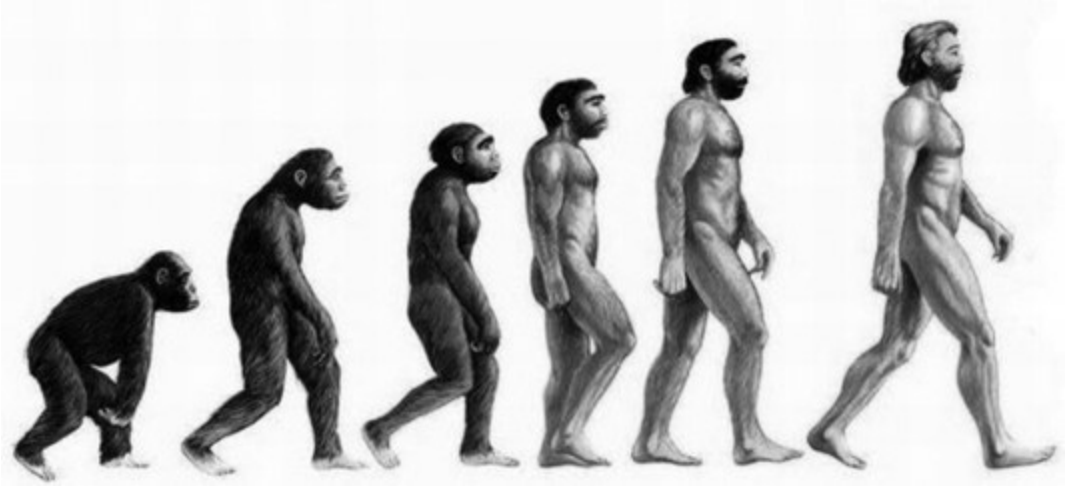
Sześć tysięcy słów



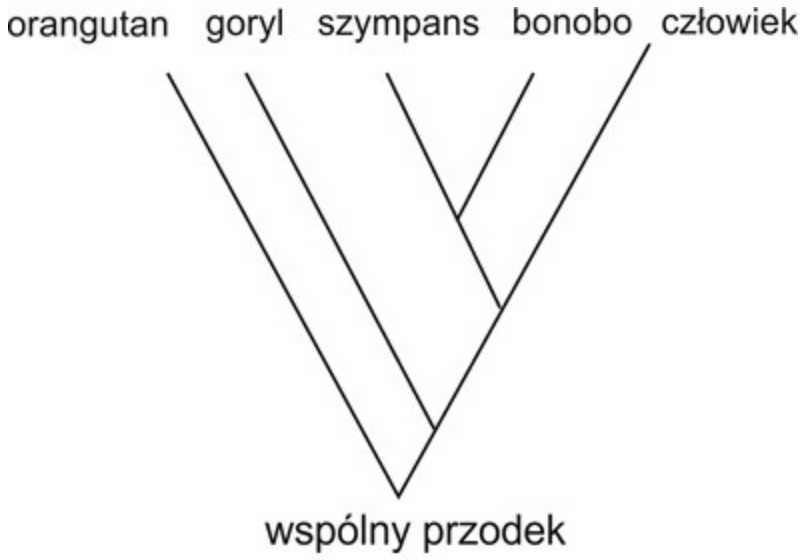
Rys. 1.
Człowiek witruwiański



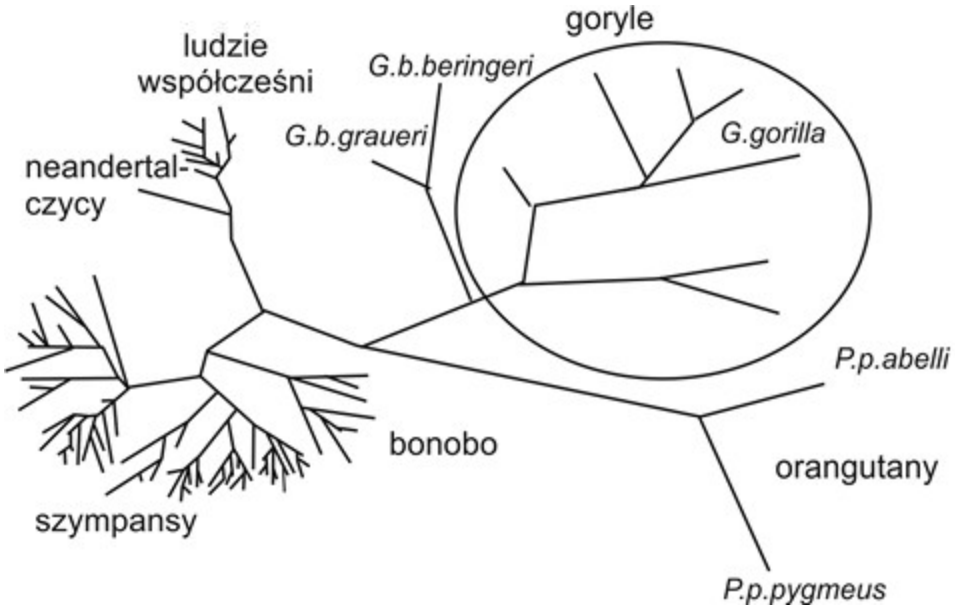
Rys. 2.
Kąt twarzowy Campera



Rys. 3.
Korowód hominidów



Rys. 4.
Kladogram I



Rys. 5.
Kladogram II

Rys. 6.
Kladogram III

„Jeden rysunek wart jest tysiąca słów”, mówi znane chińskie przysłowie. Jeśli Chińczycy nie mylą się w rachunkach (bo co do istoty rzeczy mają rację, to pewne) masz przed sobą, Czytelniku, sześć tysięcy słów. Jednocze-

śnie każdy z reprodukowanych tu rysunków reprezentuje — symbolizuje raczej — jeden z ważnych problemów antropologii, czyli jedno z istotnych pytań o miejsce człowieka w świecie ożywionym i o osobliwości naszej ewolucji. Warto się tym symbolicznym reprezentacjom przyjrzeć, bo to właśnie stojące za nimi pojęcia i przemyślenia, a także — bardziej jeszcze — żywione nieraz przez stulecia uprzedzenia i nasilające się okresowo kontrowersje stanowić będą osnowę tej książki. One też tworzą jej najważniejsze przesłanie, które brzmi mniej więcej tak: *człowiek jest biologiczną aberracją, a jego ewolucja to niekończący się ciąg paradoksów, gwałtownych zwrotów i — by tak rzec — pomyłek*. *Homo sapiens* jest najgorzej przystosowanym do środowiska gatunkiem na Ziemi, jeśli w ogóle można mówić w jego przypadku o określonym środowisku i jeśli słowo gatunek jest w naszym przypadku na miejscu. Ale — i to jest *clou* wszystkiego — gdyby nie te aberracje, zwroty, paradoksy i pomyłki, człowiek (a pewnie i jakkolwiek istota myśląca) zapewne nie mógłby się narodzić. Nasze dzieje to naprawdę meandry ewolucji!

Cokolwiek bowiem sądzimy o naszym gatunku, jednego chyba odmówić mu nie można (choć wielu próbowało) — to najbardziej niezwykłe stworzenie pod Słońcem, a może w ogóle w całym Wszechświecie. Można by tego dowodzić, odwołując się do wszystkich aspektów naszej wyjątkowości po kolei: od anatomii, zachowań i fizjologii, po ekologię i kulturę. Lista jest długa i nad wieloma jej punktami spróbujemy się w tej książce zastanowić. Skoro jednak o Wszechświecie mowa, to najlepiej oddać głos przybyszom z obcej planety, oni bowiem potrafią spojrzeć na nas nieuprzedzonym okiem (jeśli mają oczy, rzecz jasna). A to, co widzą, jest zadziwiające — nawet dla istot, które niejedno już w kosmosie widziały. Poniższy dialog pochodzi z opowiadania Terry’ego Bissona i rozgrywa się między jednym z owych przybyszów badających ludzkie istoty a bazą na jego macierzystej planecie. Fragment jest dość długi, ale warto przeczytać do końca:

— Oni są zrobieni z mięsa!
— Mięsa?
— Tak. Są cali z mięsa.
— Mięsa?!
— Tak, nie ma wątpliwości. Schwytaliśmy wielu z nich z różnych miejsc na planecie, wzięliśmy na pokład, przebadaliśmy wzdłuż i wszerz. Samo mięso.
— To niemożliwe. A co z sygnałami radiowymi? Co z ich przesłaniem do gwiazd?

— Oni używają fal radiowych do kontaktów, ale sami ich nie wysyłają. Robią to maszyny.
— To kto zrobił maszyny? Z kim mamy nawiązać kontakt?
— Oni je zrobili. Próbuję ci to właśnie wytłumaczyć. Mięso zrobiło maszyny.
— To śmieszne. Jak mięso może zrobić maszynę? Chcesz żebym uwierzył w twórcze mięso?
— Nie chcę, byś w to wierzył. Mówię ci, jak jest.
— A może oni są jak Orfolei? Wiesz, inteligencja oparta na węglu, w rozwoju przechodzi przez stadium mięsne.
— Skąd. Oni rodzą się jako mięso i jako mięso umierają. Badaliśmy cały cykl rozwojowy wielu z nich, który zresztą nie trwa zbyt długo. Masz pojęcie jak długo żyje mięso?
— Daj spokój. Okay, a może oni są tylko w części z mięsa? Pamiętasz, jak Weddilei. Głowa z mięsa z plazmowym mózgiem elektronowym w środku.
— Też nie. Myśleliśmy o tym, bo mają głowy z mięsa, jak Weddilei. Ale mówiłem ci, wykonaliśmy badania. Tam jest wszędzie mięso.
— Nie mają mózgu?
— Mają, oczywiście. Tyle, że ich mózg też jest z mięsa!
— No to… czym oni myślą?
— Nie rozumiesz, co mówię? Mózgiem. Mięsem.
— Myślące mięso! Bardzo zabawne.
— Tak. Myślące mięso! Świadome mięso! Kochające mięso! Mięso, które marzy! Mięso do wszystkiego! Chwytasz już, co mówię, czy zaczynamy od początku?
— Istoto najwyższa! Więc o co chodzi temu mięsu?
— Przede wszystkim ono chce z nami rozmawiać. Chce też, jak rozumiem, poznać nasz Wszechświat, spotkać inne stworzenia, wymieniać myśli i informacje. Jak wszyscy.
— Więc mamy rozmawiać z mięsem?
— Otóż to. To jest przesłanie, które wysłali przez radio: „Jest tam kto? Czy ktoś nas słyszy?”. Te rzeczy.
— Więc oni naprawdę umieją mówić? Używają słów, pojęć, idei?
— Jasne. Z tym że oni robią to mięsem. Potrafią nawet śpiewać, przepuszczając powietrze przez mięso.
— Istoto najwyższa! Śpiewające mięso? Jak dla mnie, to już wystarczy. Więc co proponujesz?
— Oficjalnie, czy po cichu?
— Wal jedno i drugie.
— Oficjalnie, to jesteśmy tu po to, by nawiązać kontakt, powitać i zrozumieć każdą myślącą istotę i każdy byt w tym sektorze Wszechświata, bez uprzedzeń, obaw i okazywania wyższości. A nieoficjalnie uważam, że powinniśmy skasować to nagranie i o wszystkim jak najszybciej zapomnieć[1].

Wróćmy jednak na Ziemię i do naszych rysunków. Pierwsze trzy są dobrze znane, a ich przesłanie łatwe do odczytania już na pierwszy rzut oka (co nie znaczy, że prawdziwe, jak zobaczymy). Trzy kolejne są tak schematyczne i proste, że dopiero głębsza ich kontemplacja pozwala uchwycić na czym ich sens polega. A ich przesłanie jest iście rewolucyjne i to ono właśnie najlepiej oddaje idee, jakie tej książce przyświecają. Zacznijmy od pierwszego obrazka, nazywanego przez historyków *Kanonem proporcji* albo *Człowiekiem witruwiańskim*.

Jego autorem jest sam Leonardo da Vinci, choć prawdziwym pomysłodawcą i twórcą był żyjący półtora tysiąca lat wcześniej Marcus Vitruvius Pollio, rzymski pisarz, myśliciel, wynalazca i budowniczy, autor pomnikowego dzieła *De Architectura*, które w czasach Renesansu przeżywało swą drugą młodość.

Witruwiusz, czyli mikrokosmos ciała

Witruwiusz był jednym z najwybitniejszych architektów Starożytności i największym kodyfikatorem architektury, którą pojmował zgodnie z duchem epoki jako sztukę wszechstronną, z pogranicza matematyki, geometrii, filozofii przyrody i medycyny. Ludzkie budowle przyrównywał do ptasich gniazd i pszczelich uli, starając się odnaleźć w świecie natury wzorce i ukryte znaki pozwalające nadać naszym wytworom sens godny naszego człowieczeństwa. Architektura nie była dla niego tylko sztuką wznoszenia budynków, była — nade wszystko — odwzorowaniem ładu natury, którego kulminacją jest ludzkie ciało, ucieleśnienie najdoskonalszych zasad geometrii i poniekąd ich zapis, którego głęboki sens należy odczytać i zrozumieć.

De Architectura, napisana ok. roku 25 p.n.e., to jedyne w pełni zachowane do naszych czasów antyczne dzieło poświęcone tej — jak widać bardzo szeroko rozumianej — dziedzinie. Znana w Średniowieczu jedynie z nielicznych rękopisów, została ponownie odkryta w roku 1414 i po raz pierwszy wydana drukiem w 1486. W następnym stuleciu doczekała się przekładów na wszystkie ważniejsze języki europejskie i wywarła ogromny wpływ na architekturę naszego kontynentu w dobie Odrodzenia, Baroku i Klasycyzmu.

Witruwiusz podzielił swe dzieło na dziesięć ksiąg, z których każda opisywała inny aspekt architektonicznej działalności, w tym i takie — jak meteorologia, medycyna czy astronomia — które dziś z budownictwem nie bardzo się kojarzą. W Księdze III Witruwiusz opisuje ciało człowieka jako najważniejsze źródło proporcji i „największe dzieło sztuki”, a także swego rodzaju kod, którego odczytanie pozwoli wprowadzić do wznoszonych przez nas budowli ów kosmiczny (bo człowiek, jako mikrokosmos, jest zakodowanym porządkiem Wszechświata) aspekt, o którym nie wolno zapominać. Opisując

odkrywane przez siebie proporcje i zależności, które w sobie ucieleśniamy, Witruwiusz, obok niezliczonych pomniejszych regularności, zwrócił w szczególności uwagę na jedną cechę naszej anatomii: ciało człowieka można wpisać w okrąg i kwadrat, najdoskonalsze figury geometryczne, których boski rodowód był wielokrotnie podkreślany.

Każda z ksiąg *De Architectura* zawierała jedną ilustrację, ale do czasów nowożytnych przechował się tylko sam tekst, miejscami bardzo zawiły i pełen trudno już zrozumiałych technicznych sformułowań, co było zresztą jednym z powodów stosunkowo nikłego zainteresowania tym dziełem w Średniowieczu. Również pierwsze nowożytne wydania włoskie nie były ilustrowane, dopiero później pojawiły się edycje opatrzone rycinami, w tym także próbujące w graficzny sposób oddać dostrzeżone przez Witruwiusza geometryczne kody naszego ciała. *Człowiek witruwiański* Leonarda jest tych prób ukoronowaniem i najdoskonalszą realizacją, jest też bez wątpienia najczęściej oglądanym ze wszystkich dzieł genialnego Włocha, Mony Lizy nie wyłączając[2].

Leonardo zgodnie z intencją Witruwiusza nie tylko wpisał ciało człowieka w figury doskonałe — okrąg i kwadrat (w innych wersjach także w dwa trójkąty równoboczne), których wspólnym środkiem jest pępek (przy okazji — to jedna z bardziej czytelnych i tajemniczych cech ludzkiej anatomii, u innych zwierząt zupełnie niewidocznych) — ale także zaopatrzył swoje szkice w komentarz wymieniający wszystkie geometryczne relacje, których można się w naszej budowie dopatrzyć. Jeśli wczytać się w uwagi zapisane na marginesie rysunków (co nie jest proste — Leonardo swoim zwyczajem ukrył je pod postacią pisma lustrzanego), można się dowiedzieć że:

- szerokość (człowieka) w ramionach to jedna czwarta jego wysokości, podobnie jak odległość od łokcia do zakończenia palców dłoni;
- odległość od linii włosów do brwi to jedna trzecia wysokości twarzy;
- szerokość dłoni odpowiada szerokości czterech palców;
- stopa ma długość czterech szerokości dłoni;
- krok (miara długości, choć jak w przypadku łokcia i stopy, wywodząca się wprost z anatomii człowieka) to dwa łokcie;
- stopa ma długość $^1/_6$ wysokości ciała;
- wysokość człowieka to cztery łokcie (a więc i 24 dłonie), a zarazem odpowiednik długości rozpostartych ramion;
- pępek stanowi centrum ciała…

…i tak dalej. Ta lista jest długa i zdaje się nie mieć końca — tylko od przenikliwości obserwatora zależy, ile z tej tajemnej wiedzy zdoła odczytać. A próbowało odczytywać wielu.

Człowiek witruwiański Leonarda jest tylko jednym z licznych graficznych przedstawień koncepcji Witruwiusza, ale warto przy nim właśnie się zatrzymać, jest on bowiem nie tylko — doskonałym — dziełem sztuki, jest również, może nawet przede wszystkim, wielką metaforą, którą można zgłębiać i której ukryte kody trzeba mozolnie odsłaniać i łamać. Jest zresztą czymś jeszcze, gdyż dla Leonarda człowiek to nie tylko najdoskonalsza z ziemskich istot, ale również odbicie doskonałości całego Kosmosu (który sam, rzecz jasna, jest tylko materializacją boskiego zamysłu). Człowiek jako obraz i podobieństwo Stwórcy to jedna z najpotężniejszych metafor (judeo)chrześcijaństwa, która — choćby bezwiednie — wpływała przez stulecia na nasze postrzeganie ludzkiego ciała (i wpływ ten nie ustał do dziś). Jeśli bowiem człowiek jest odbiciem Boga, to pewnie sam Bóg ma (lub przybiera) ludzką postać, jak w *Stworzeniu Adama* Michała Anioła na przykład. Odkrywając tajemny kod naszego ciała, odkrywamy zarazem atrybuty Stwórcy. A ciało Stwórcy nie może być niedoskonałe. Jeśli istnieje jakiś kod Leonarda da Vinci, to człowiek witruwiański jest jego najpełniejszym urzeczywistnieniem.

No dobrze — człowiek Leonarda jest doskonały, ale przecież ta geometryczna doskonałość nie ma nic wspólnego z biologicznym przystosowaniem, a to ono, a nie jakiekolwiek geometryczne relacje, jest miarą sukcesu gatunku[3]. W biologii wygrywa ten, kto pozostawia po sobie najwięcej potomstwa (genów), a do tego uroda, symetria ciała ani najdoskonalsze nawet proporcje mogą wcale nie być niezbędne (choć nieraz się przydają). Mało kto dostrzeże piękno ciał karaluchów, ale to one właśnie przetrwały właściwie bez zmian przez setki milionów lat i pewnie przeżyją też „doskonale pięknych” ludzi, jeśli ci odejdą z tego świata. Ryby głębinowe wyglądają dla nas monstrualnie i z pewnością nie reprezentują klasycznego wzorca urody, ale w ich pogrążonym w wiecznym mroku świecie liczą się zupełnie inne atrybuty, a ich samice nie mają ani możliwości, ani ochoty, by podziwiać piękno samców, te bowiem — skarlałe i zredukowane do roli miniaturowych narządów kopulacyjnych — rezydują na stałe w ciałach swych partnerek. Samicy, a i samcowi, tak wygodniej, a przede wszystkim w ten sposób łatwiej mogą dorobić się potomstwa. Ani jego, ani jej ciała nie dałoby się wpisać w jakkolwiek regularną figurę geometryczną, ale to w niczym nie obniża ich szans na sukces reprodukcyjny.

Jaką więc wartość biologiczną może mieć dla nas możliwość wpisania ludzkiego ciała w regularne figury geometryczne — okrąg, kwadrat czy trójkąt równoramienny? Z dzisiejszego punktu widzenia — żadną (choć sam fakt jest dziwny — nawet kunszt Leonarda nie starczyłby, by to samo zrobić z koniem, żyrafą lub jaszczurką), ale samo przekonanie o naszej doskonałości przetrwało przez stulecia i, choć nie zawsze uświadamiane, wywarło istotny wpływ na myślenie biologów o miejscu człowieka wśród żywych stworzeń.

Dobrą ilustracją tego wpływu może być pojęcie tzw. kąta twarzowego, który przedstawia klasyczny rysunek wiązany z postacią wybitnego osiemnastowiecznego anatoma holenderskiego, Petrusa Campera. Zacznijmy tak jak poprzednio od rysunku, zaoszczędzając tym samym tysiąc słów. Jeden rzut oka uruchamia od razu wiele skojarzeń i pozwala znaleźć oczywisty łącznik między geometryczną doskonałością Leonarda i korowodem hominidów nowożytnego (choć fałszywie pojmowanego) ewolucjonizmu.

Petrus Camper, czyli narodziny anatomii porównawczej

Petrus Camper studiował medycynę i filozofię na uniwersytecie w Lejdzie, gdzie — jednego dnia — zdobył stopnie naukowe z obu tych dziedzin. Był dobrze znany w kołach naukowych ówczesnej Europy, uzyskał profesurę i wykładał na wielu świetnych uczelniach europejskich, choć najsilniej związany był z uniwersytetami w Amsterdamie i Groeningen, gdzie objął katedry anatomii, chirurgii i botaniki.

Do swych wykładów Camper wykonał własnoręcznie wiele dokładnych ilustracji, z zamiłowaniem też kolekcjonował minerały i skamieniałości, których rysunki również sporządzał. Największą sławę zdobył jednak w dziedzinie anatomii porównawczej kręgowców, której był jednym z najlepszych ówczesnych znawców. Pozostawił po sobie liczne prace na ten temat; jedna z nich dotyczyła osteologii ptaków, gdzie wykazał — jako pierwszy — że wewnątrz kości ptaków znajdują się komory powietrzne i że ta pneumatyzacja jest adaptacją do fruwania.

Ze względu na swe zamorskie posiadłości Holandia była dobrym miejscem do badań nad małpami człekokształtnymi — nigdzie indziej w Europie nie było tak dużych kolekcji żywych i wypchanych orangutanów, które zresztą występują tylko w „Indiach Wschodnich”, czyli dawnych holenderskich koloniach[4]. To właśnie ta niezwykła „podaż” wielkich małp azjatyckich (pierwsze goryle pokazano w Londynie dopiero w połowie XIX wieku!) skłoniła Campera do zajęcia się anatomią orangutanów — na podstawie badań nad ośmioma ich osobnikami udowodnił, że to gatunek odrębny od nasze-

go, a nie jedynie „zdegenerowany” człowiek, jak wielu wówczas uważało (to przekonanie przebrzmiewa w samej ich nazwie — orang-utan to po malajsku „leśny człowiek”).

Camper uważany jest za pioniera anatomii porównawczej — nauki, która odegrała kluczową rolę w biologii, przygotowując grunt dla późniejszego ewolucjonizmu. Stosował niezwykłą metodę, którą nazwał metamorfizowaniem, a którą przyrównać można do dzisiejszego „morfingu”. Technika ta polega na przekształcaniu jednych istot w drugie dzięki specjalnym algorytmom deformującym bryły geometryczne przez zmiany kątów i proporcji między ich składowymi, ale z zachowaniem wszystkich istotnych elementów. Utorowało to drogę dla takich koncepcji jak korelacja części, czy bardziej współczesne allometria[5], potem „plan budowy” (*Bauplan*) i — najważniejsze — homologia i analogia (struktury homologiczne — czyli mające wspólne pochodzenie — mogą podlegać „metamorfizmom”, gdyż mimo zmiany kątów i proporcji zachowują ten sam ogólny „plan budowy”, struktury analogiczne, czyli pełniące podobne funkcje — nie). W roku 1778 Camper podczas publicznego wykładu dokonał takiej „metamorfozy” konia w człowieka, wykazując tym samym wspólny plan budowy kręgowców lądowych, obejmujący wszystkie czworonogi (Tetrapoda), więc także *Homo*.

Metamorfozy Campera silnie wpłynęły na oświeceniowe myślenie o jedności wszystkich istot i na prace takich przyrodników jak Étienne Geoffroy Saint-Hilaire czy Georges Cuvier. Słynne rozważania Goethego nad jednością „typu”, zawarte w rozprawach nad przekształceniami liści w płatki u roślin i kręgów w czaszkę u kręgowców, również powstały pod ich wpływem. Do tych samych idei odwołał się też potem Richard Owen, mentor Darwina i autor opracowań jego zbiorów z podróży na „Beagle”, którego idea „archetypu” odegrała ogromną rolę w dziejach ewolucjonizmu[6]. Archetyp miał być takim anatomicznym wspólnym mianownikiem różnych grup organizmów, którego — geometryczne w istocie — metamorfozy mogły prowadzić do niemal dowolnych przekształceń w obrębie tych grup (tetrapodów na przykład), ale nie między nimi. Głośny w dziejach biologii spór Cuviera z Geoffroy’em Saint-Hilaire, sprowadzający się do kwestii, czy można przekształcić rybę w ośmiornicę — który to spór ucieleśniał wszystkie ważne wątki wczesnego ewolucjonizmu — korzeniami sięga wprost do tej niezwykle płodnej camperowskiej idei „metamorfoz”.

Oryginalna idea „kąta twarzowego”, której Camper zawdzięcza sławę i trwałe miejsce w dziejach biologii, wywodzi się z jego badań nad orangutanami, porównań z anatomią człowieka i wreszcie z koncepcji metamorfoz. Wszystko zaczęło się od rozważań nad pięknem, w szczególności pięknem ludzkiego ciała (którego śladów Camper jakoś nie potrafił dostrzec w orangutanach, mimo wszelkich podobieństw między tymi dwoma gatunkami) oraz od spostrzeżenia, że pod względem urody ludzie bardzo różnią się między sobą. Najdoskonalszym wzorcem piękna był dla holenderskiego anatoma antyczny kanon, do którego, jak pamiętamy, nawiązywał również

Leonardo. Camper zwrócił uwagę na dziwny fakt, że jedyny z często przedstawianych w europejskiej ikonografii przedstawiciel rasy czarnej — Baltazar, jeden z trzech króli (magów) z biblijnych opowieści, mimo czarnego koloru skóry nie ma na obrazach rysów negroidalnych, ale wyraźnie europejskie. To skłoniło go do rozważań nad różnicami rasowymi, w szczególności między białymi a czarnymi. Wyraźne różnice — zgodnie ze swymi „geometrycznymi" badaniami — dostrzegł szczególnie w budowie czaszki, która odróżnia wyraźnie człowieka od wszystkich „niższych" stworzeń, ale i w obrębie naszego gatunku wykazuje ogromną, choć nie bezkierunkową, zmienność. Otóż czaszka człowieka jest z przodu płaska, to znaczy pozbawiona wysuniętych do przodu szczęk, które u wszystkich innych zwierząt tworzą osobny narząd zwany pyskiem. Właściwie nikt wcześniej się nad tym osobliwym faktem nie zastanawiał, bo ta tak charakterystyczna dla nas cecha wydawała się na tyle oczywista, że nie zwróciła niczyjej uwagi, choć przecież z biologicznego punktu widzenia jest anomalią. Podobnie zresztą jak dwunożność, która też zmienia zupełnie geometrię ludzkiego ciała w stosunku do obowiązującej u pozostałych kręgowców normy, jaką jest poziome ułożenie tułowia (dotyczy to także zwierząt dwunożnych, w tym ptaków — z wyjątkiem pingwinów). Ciało zwierzęcia można poddać „metamorfozie", obracając je o 90 stopni (Camper udowodnił to, „przekształcając" konia w człowieka) i to samo można zrobić z głową, skracając stopniowo „kąt twarzowy" (utworzony przez dwie linie — jedną biegnącą poziomo od nozdrzy do otworów usznych i drugą o różnym nachyleniu, poprowadzoną od skrajnego punktu kości szczękowej do najbardziej wysuniętej części kości czołowej), przy czym im bardziej „prymitywne" jest zwierzę, tym ten kąt staje się ostrzejszy. Zaintrygowany odkrytą przez siebie prawidłowością (i łatwością powiązanych z nią przekształceń), Camper zaczął badać kąt twarzowy u różnych gatunków i nanosić odpowiednie wartości na sylwetki głów różnych zwierząt. To pozwoliło mu ułożyć ciąg o rosnącej liniowo doskonałości, a na końcu tego ciągu plasowała się głowa człowieka (głowa orangutana tuż przed). U najprostszych ssaków (np. ryjówek) ów kąt był najmniejszy (więc pysk najbardziej wysunięty), u bardziej zaawansowanych (koni lub psów, powiedzmy[7]) zbliżał się do 45 stopni, orangutan mógł się poszczycić kątem równym 58 stopni, a u człowieka sięgał blisko 90 stopni, co oznaczało całkowity brak pyska.

A co z Baltazarem? Camper, przekonany już, że jego dziwne podobieństwo do Europejczyków może wynikać z niewłaściwie odtworzonego kąta twarzowego, zaczął badać czaszki różnych ras ludzkich i stwierdził, że występują tu wyraźne różnice — o ile średnia dla Europejczyków wynosi 90 stopni, to u ludów wschodnich („mongoloidów”) osiąga wartość bliższą 80 stopni, a u Murzynów („negroidów”) około 70 stopni. Jak pisał:

> Umieszczając obok siebie głowy Murzyna, Kałmuka, Europejczyka i wielkiej małpy, zauważyłem, że linia łącząca czoło z górną wargą wskazuje na różnice między fizjognomią tych ludzi i uwypukla analogię między Murzynem a małpą. […] Pochylając kąt twarzowy do przodu mogłem od razu uzyskać klasyczny zarys twarzy, pochylając go ku tyłowi otrzymywałem z łatwością fizjognomię murzyńską, a w końcu i wielkiej małpy; zmieniając w ten sposób proporcję przechodziłem bez trudu do twarzy Chińczyka, debila itd.

Przekonany, że odkrył matematyczną formułę piękna, Camper wziął się za badanie kąta twarzowego u greckich i rzymskich posągów, które z definicji wyrażać powinny klasyczny kanon urody. Ku swej radości odkrył, że kąt ów oscyluje wokół wartości 95–100 stopni. Ich szczęki nie tylko nie są wysunięte do przodu, ale wręcz schowane pod rozrośniętą częścią mózgoczaszki.

Z koncepcji Campera wynikają ciekawe konsekwencje, które rzutują i na współczesne kontrowersje wokół pochodzenia człowieka. Możliwość ułożenia ciągu stworzeń o rosnącym kącie twarzowym implikuje następstwo form, których stopniowe metamorfozy prowadzą do jakiegoś wytyczonego i z założenia ostatecznego celu, przy czym kolejne ogniwa tego ciągu — bądź to istniejące w naturze, bądź nieznane, ale postulowane — znajdują się coraz bliżej owego punku docelowego. Myśl Campera nie była ewolucyjna, ale historycy nauki wskazują, że mogła — a może wręcz musiała — wywrzeć wpływ na rozwój koncepcji transformistycznych, które zaowocowały narodzinami pierwszego systemu ewolucyjnego, jakim był lamarkizm[8]. Drugą konsekwencją koncepcji Campera było połączenie człowieka z formami niższymi nieskończonym ciągiem stadiów pośrednich, w którym nie było miejsca na luki ani nagłe skoki. W zasadzie był to system statyczny, bo wszystkie te stadia pośrednie istniały dziś na Ziemi i mogły być tylko materializacją zamysłu Stwórcy ucieleśnionego w akcie stworzenia. Taki system pozostawiał też wygodną furtkę, bo w przypadku braku istniejących form

mogących wypełnić odpowiednie miejsca w „łańcuchu bytów” zawsze można odwołać się do „brakujących ogniw”; stworzeń, które mogły żyć w przeszłości i albo gdzieś przeżyły w niezbadanych jeszcze miejscach, albo wymarły i dziś już nie istnieją. Nie są to konkluzje samego Campera (który na wszelki wypadek wprost zadeklarował, że między człowiekiem a zwierzęciem istnieje nieprzekraczalna bariera), ale takie wnioski narzucają się same. Zresztą, wkrótce narzuciły się wielu.

Kolejny wniosek wypływający z camperowskiej koncepcji kąta twarzowego jest taki, że zwierzę można wprawdzie w sposób ciągły „zmetamorfować” w człowieka, ale gdy już to się dokona, otrzymujemy zupełnie nową jakość, tak bardzo odmienną od świata zwierzęcego, że można mówić wręcz o przepaści dzielącej nas od reszty stworzeń, czego zresztą Camper nie omieszkał zaznaczyć. Na dwie takie osobliwości zwrócił szczególną uwagę i ponownie warto pójść jego śladem — utrata pyska i pionizacja ciała.

Powstanie twarzy może wydawać się biologiczną aberracją, bo szczęki to podstawowy dla każdego zwierzęcia narząd, zapewniający mu dostawy niezbędnej do życia energii. W teorii przynajmniej im większe szczęki, tym więcej energii mogą dostarczyć. Oczywiście, plan budowy to zawsze kompromis między różnymi potrzebami, a więc i różnymi narządami, zatem rozrost jednego odbywa się zawsze kosztem innego (tę zależność Darwin nazywał korelacją części), ale te najważniejsze powinny zawsze dominować, a nie ma nic ważniejszego od energii, która napędza *wszystkie* funkcje życiowe, z rozmnażaniem włącznie. Redukując szczęki do stanu nieznanego w świecie zwierząt, człowiek skazywał się niejako na porażkę. Jak zobaczymy w kolejnych rozdziałach, takich (nieświadomych) biologicznych wyborów idących niejako wbrew najbardziej żywotnym interesom było w naszej ewolucji znacznie więcej. Wkrótce przekonamy się jednak, że to właśnie one są miarą naszego człowieczeństwa i naszych sukcesów!

Kolejnym przykładem zachodzenia takich geometrycznych przekształceń w naturze jest stopniowe powiększanie innego kąta, za pomocą którego można scharakteryzować nasze ciało — stopnia odchylenia od poziomu. Formy czworonożne są poziome, bo to jest naturalne ułożenie tułowia wszystkich kręgowców lądowych, odziedziczone po wczesnych tetrapodach, a nawet jeszcze po rybach. Człowiek nie tylko stanął na dwóch nogach (co już wymagało wielu przekształceń planu budowy), ale też wypro-

stował ciało, przyjmując w końcu postawę (niemal) pionową, całkowicie w świecie zwierząt nieznaną. Pojawiła się tym samym nowa jakość (i nowa aberracja), też decydująca o naszym człowieczeństwie. Wrócimy do tego kluczowego elementu naszej ewolucji w jednym z kolejnych rozdziałów.

* * *

Przejdźmy teraz do trzeciego obrazka, który można nazwać *Korowodem hominidów*. Ten ciąg sylwetek naszych przodków, od najstarszego hominida do człowieka współczesnego, znają wszyscy, bo — w różnych wersjach — pojawia się niemal zawsze, gdy mowa o naszej ewolucji, a nawet o ewolucji w ogóle[9]. Stephen Jay Gould w głośnej książce *Wonderful Life* [*Cudowne życie*] prześledził jego losy i ukazał stojące za nim teoretyczne uzasadnienia[10] (i — bardziej jeszcze — uprzedzenia), a także zaprezentował kilka przykładów jego rozlicznych żartobliwych wersji, jakie z wielką regularnością powstają. Co zatem *Korowód hominidów* przedstawia i czego ma dowodzić? Po pierwsze, że człowiek „pochodzi od małpy", jest więc częścią świata ożywionego, z którym dzieli historię, mechanizmy rozwoju i przodków. W tym sensie ilustracja jest niejako kwintesencją darwinizmu: wszystkie gatunki drogą powolnych przekształceń wywodzą się od innych gatunków, przy czym kolejne ogniwa są coraz lepiej przystosowane do wypełniania swych biologicznych funkcji, bo dobór naturalny faworyzuje lepsze rozwiązania, a eliminuje gorsze. Postęp jest immanentną cechą życia, jako że świat nie został stworzony od razu w swej ostatecznej postaci, ale rozwija się poprzez nieustającą walkę o byt oraz dzięki konkurencji, w której zwyciężać mają najlepsi. Człowiek nie jest tu wyjątkiem — przeciwnie, jako forma najwyższa jest najpiękniejszym ucieleśnieniem tego procesu. *Korowód hominidów* jest zarazem symbolem Korowodu Życia. To proces, który nie ma końca, ale trwa nadal i nie zatrzymał się wraz z powstaniem naszego gatunku — ostatnia z sylwetek tego ciągu pokazuje zresztą zawsze białego („kaukazoida"), a nie na przykład Afrykanina, Indianina lub Aborygena. (Co więcej, zawsze przedstawia też mężczyznę[11]).

Ten sposób graficznej prezentacji ewolucji człowieka i ewolucji jako takiej zyskał największą popularność nie od razu w czasach Darwina (wtedy tę funkcję pełnił inny graficzny znak: sylwetka z głową Darwina i małpim ciałem, gdyż z początku to sama idea „pochodzenia od małpy" była proble-

mem, a nie szczegóły tego procesu), lecz później, na przełomie XIX i XX wieku. Wiązało się to ze zwycięstwem w ewolucjonizmie tzw. modelu ortogenezy, czyli nurtów kładących nacisk na kierunkowy i niejako wznoszący się charakter ewolucji. Zgodnie z tą ideą kolejne ogniwa rozlicznych linii ewolucyjnych miały być nie tylko coraz lepiej dostosowane, ale też wykazywać coraz większe natężenie jakiejś konkretnej cechy, która w danej linii miała największe znaczenie. Często była to sama wielkość, co obrazowało tzw. prawo Cope'a, wedle którego w ewolucji (zwłaszcza kręgowców lądowych, choć nie tylko) rozmiary ciała zwierząt miały się zwiększać, podobnie jak różnego rodzaju ich „ornamentacja". Często też na końcu tego procesu dochodzić miało do przerostu tych faworyzowanych cech i ich „wyradzania się". Była to tzw. faza senilizmu (starzenia się) szczepów, poprzedzająca ich wymieranie. Tu idea kierunkowego rozwoju nakładała się na myśl o paralelizmie między rozwojem osobniczym, a „życiem" gatunku: życie wprawdzie się rozwija, ale śmierć jest w ten proces nieubłaganie wpisana, inaczej mówiąc, kto się rodzi — obojętne, jednostka czy gatunek — ten musi umrzeć, choć „po drodze" osiąga coraz wyższe szczeble rozwoju.

Modele ortogenetyczne to już zamknięty rozdział ewolucjonizmu. Cechy organizmów zmieniają się nie dlatego, że tak dyktuje jakieś wewnętrzne i niewzruszone prawo rozwoju, ale pod wpływem lokalnych, zewnętrznych bodźców, nierzadko o przeciwstawnym działaniu, a przy tym zmieniających się w czasie. Lokalne warunki zaś mogą faworyzować najrozmaitsze rozwiązania idące w dowolnych kierunkach — coraz większą szybkość (gepardy, antylopy), ale i coraz mniejszą ruchliwość (leniwce, żółwie), coraz doskonalsze zmysły (np. ptaki drapieżne — wzrok), ale i coraz gorsze (zwierzęta jaskiniowe), wysoką inteligencję (małpy, hominidy) lub bardzo ograniczoną (większość australijskich torbaczy) i — właśnie — coraz większe rozmiary ciała (np. wiele dinozaurów, słonie) lub coraz mniejsze (ryjówki bądź na przykład słonie wyspowe). Nie ma żadnego powodu, by zwierzę kopiące korytarze w ziemi powiększało swe rozmiary (bo rychło by w tych korytarzach utknęło), tak jak nie ma powodu, by zwiększało rozmiary mózgu w środowisku, gdzie zdobycie wysokoenergetycznego pożywienia jest trudne, a innych zwierząt (mogących wymusić, przez samą swą obecność, tak rozrzutne energetycznie rozwiązania) — niewiele. Mózg jest narządem szczególnie energożernym i gdy dostępnej energii jest mało, nie powinien rosnąć. Przeciwnie.

Więc skąd ta popularność korowodu istnień (tu: hominidów) i przekonanie, że trafnie oddaje ewolucyjne losy człowieka — i nie tylko? Otóż ewolucjonizm narodził się w wiktoriańskiej Anglii, w epoce rewolucji przemysłowej, z dominującą wizją postępu i powszechnej konkurencji, a przy okazji w centrum imperium, które gwałtownie powiększało swój stan posiadania. Idee postępu, rywalizacji, walki o byt i „przeżywania najdoskonalszych”[12] święciły tryumfy i myśl, że w naszych dziejach analogiczne procesy kształtowały gatunek ludzki, trafiała na podatny grunt. Gdyby ewolucjonizm narodził się na podłożu kultury buddyjskiej z jej wizją cykliczności świata i wspólnoty wszystkich istot, jego graficzne symbole mogłyby wyglądać zupełnie inaczej[13].

Kolejny powód jest taki, że człowiek jest dziś na świecie sam, gdyż pozostałe hominidy dawno już wyginęły. Nasza biologiczna rodzina — człowiekowate — rozpoczynała jako pojedynczy gatunek (wspólny przodek hominidów) i współcześnie też reprezentowana jest przez jeden gatunek. Pokusa, by połączyć je linią, zawsze więc była duża, bo to wydaje się rozwiązaniem najprostszym. Coś bardzo podobnego dotyczy też rodziny koniowatych, którą dziś także reprezentuje jeden tylko rodzaj (choć kilka gatunków): *Equus*, mimo że w przeszłości było ich wiele. Konie, tak jak ludzie, rozpoczynały swą linię jako niewielkie zwierzęta i w toku ewolucji urosły, zmieniając przy tym znacząco behawior i preferencje pokarmowe. Pierwsze koniowate były małe, powolne i liściożerne (zamieszkiwały tereny zadrzewione), współczesne są duże, szybkie i trawożerne (i zamieszkują otwarte tereny). Wszystkie te zmiany znalazły odbicie w ich budowie, zwłaszcza kończyn (które ewoluowały od pięcio- do jednopalczastych) i zębów (od drobnych o cienkim szkliwie po wielkie i bardzo odporne na ścieranie), a także zachowaniach — ze stworzeń zapewne samotniczych, przekształciły się w wysoce społeczne. Pod wieloma względami ewolucja koni i ludzi przebiegała podobnie. My również zaczynaliśmy jako istoty małe i leśne, a „kończymy” jako rośli biegacze, o silnie umięśnionych nogach i zębach opatrzonych grubym, odpornym na ścieranie szkliwem. Najwyraźniej i u koni, i u ludzi prawo Cope’a zadziałało i w obu też przypadkach po dawnej gatunkowej różnorodności pozostało niewiele, dlatego też w paleontologii kręgowców podobną karierę jak nasz korowód hominidów zrobił inny obrazek, ukazujący „korowód equidów”. I oba okazały się równie fałszywe. Dziś linia hominidów zmieniła się w drzewo (niektórzy mówią na-

wet o krzewie) rozgałęziające się w różnych kierunkach, również z takimi gałęziami, których istnienia nikt nie przewidział[14]. Tak samo „linia” koniowatych obrosła w liczne odgałęzienia, a dominująca tendencja do zwiększania rozmiarów ciała, rosnącej szybkości i porzucania zadrzewionych terenów na rzecz otwartych stepów była w szczególnych warunkach ekologicznych zastępowana przez inne, niekiedy wręcz odwrotne modyfikacje. I wszystkie te tendencje zależały od lokalnych uwarunkowań i lokalnych nacisków selekcyjnych — u koni faworyzowany był wprawdzie zwykle kierunek „w górę”, ale tylko wtedy, gdy to naprawdę popłacało. Na pozbawionych drapieżników, ale ubogich w treściwą paszę angielskich wrzosowiskach maleńkie kuce szetlandzkie lepiej się dziś sprawują od rączych mustangów amerykańskich prerii (pomińmy tu fakt, że obie odmiany zostały sztucznie wyhodowane i introdukowane) i podobnie w afrykańskiej dżungli czy na wyspowych Andamanach karłowaci Pigmeje są lepszym rozwiązaniem od świetnych w biegach długodystansowych mieszkańców wschodnioafrykańskich sawann.

Pora na ostatnie trzy ilustracje, które przeniosą nas już do czasów współczesnych. Rysunki są niepozorne, a z kilku widocznych na nich kresek z pozoru nic szczególnego nie wynika. Ale w tych kreskach właśnie widać całą rewolucję, jaka się ostatnio w naukach o człowieku dokonała i dokonuje. Pobieżne spojrzenie na te banalne, wydawałoby się, diagramy nie wywołuje żadnych emocji ani skojarzeń, ale zrozumienie, co one oznaczają, nikogo nie pozostawi obojętnym. Wraz z nim bowiem walą się wszystkie nasze głęboko zakorzenione przekonania i uprzedzenia. Czas spojrzeć na samych siebie w nowy sposób.

To, co widać na powyższych diagramach, to sam wierzchołek drzewa rodowego naczelnych i człowieka. Wyraźnie rzucają się tu w oczy dwie pozornie sprzeczne cechy naszego rodowodu: z jednej strony niebywała bliskość z małpami człekokształtnymi, z drugiej — nieoczekiwanie silna odrębność. Trudno nie widzieć w tym paradoksu.

Zacznijmy od samych drzew. Drzewa rodowe gatunków tworzono już w XIX wieku, nawet w czasach przedewolucyjnych. Najbardziej znane i najbardziej podobne do dzisiejszych pochodzą z prac szwajcarsko-amerykańskiego uczonego Louisa Agassiza — wielkiego ichtiologa, współtwórcy koncepcji ostatniej epoki lodowcowej i założyciela słynnego Muzeum Hi-

storii Naturalnej na Harwardzie (a także wielkiego przeciwnika darwinowskiej teorii ewolucji). Agassiz nie wierzył w możliwość powolnych (ani szybkich) przekształceń gatunków, a tym samym obce mu było pojęcie gatunków wyjściowych (ancestralnych), z których inne mogły się wywodzić. Z drugiej jednak strony jak większość paleontologów dostrzegał wspólne cechy większych grup organizmów, np. kręgowców czy stawonogów i wiedział też, że cechy te pojawiały się w pewnym porządku czasowym, przy czym te najbardziej ogólne (np. obecność dwóch par kończyn u wszystkich lądowych czworonogów) obecne były już u najstarszych przedstawicieli danej grupy (np. tetrapodów), a te bardziej wyspecjalizowane (np. zmiana kończyn przednich w chwytne ręce) dopiero u najpóźniejszych (np. ludzi, zaliczanych wówczas do rodziny dwurękich — Bimana). Na tej podstawie Agassiz mógł rysować drzewa rodowe organizmów, na których hierarchiczną budowę świata ożywionego — typ kręgowców wyłonił się wcześniej niż gromada czworonogów, a rodzina Bimana było jego późniejszym dodatkiem — odzwierciedlały coraz węższe i coraz wyżej na drzewie wyrastające gałęzie boczne, oznaczające coraz młodsze taksony, w których przejawiały się jakieś nowe i nieznane wcześniej cechy (choćby owa dwuręczność u Bimana). Takie drzewa, konstruowane na podstawie cech anatomicznych i paleontologicznych, mogły nawet być podobne do swoich dzisiejszych odpowiedników, a jeśli dane były rzetelne i właściwie zinterpretowane, również kształt, następstwo i taksonomiczna przynależność kolejnych gałęzi mogły w dużej mierze pozostać niezmienione. Na przykład tak samo jak w czasach Agassiza człowiek współcześnie zaliczany jest do naczelnych, te do tetrapodów, kręgowców i tak dalej. Tylko interpretacja takiej drzewiastej struktury świata ożywionego była w czasach przedewolucyjnych zupełnie inna. Sam Agassiz uważał, że struktura ta odzwierciedla nie pochodzenie od wspólnego przodka, ale ponadczasową w istocie strukturę myśli Stwórcy (lub przedustanowiony porządek świata, jak kto woli), która materializowała się w czasie poprzez kolejne akty kreacji. Tyle że współczesnemu ewolucjoniście widok takich XIX-wiecznych „drzew życia” jednoznacznie kojarzy się z koncepcją pochodzenia od wspólnych przodków i z trudem przychodzi nam zrozumieć, że można było tak bardzo nowoczesne schematy konstruować w oparciu o całkowicie odmienne (i — co dziś już wiemy — całkowicie fałszywe) paradygmaty.

Ze struktury drzew rodowych wynikają ważne konsekwencje. Na przykład ta, że jeśli jakaś gałąź wyrasta z innej (powiedzmy — czworonogi z kręgowców), musi być od niej młodsza: pierwsze zwierzęta kręgowe musiały się pojawić przed pierwszymi czworonogami. Nigdy odwrotnie. Druga z tych zasad mówi, że gałęzie o równorzędnej randze taksonomicznej (na przykład rodziny) powinny być równowiekowe, jeśli wywodzą się od tych samych przodków i odziedziczyły po nich ten sam zestaw cech ancestralnych. Przykład: parzysto- i nieparzystokopytne powstały na bazie wspólnego planu budowy zwierząt kopytnych, z którego wyrosły dwie równorzędne gałęzie ssaków o różnych (alternatywnych) rodzajach budowy kończyn. W pierwszej grupie nacisk ciała rozkłada się na dwa środkowe palce, w drugiej — na jeden. Jeśli dwie równorzędne grupy taksonomiczne mają wspólnego przodka (zgodnie z dzisiejszą nomenklaturą nazywamy je wtedy grupami siostrzanymi), to muszą mieć równie długą historię, niezależnie od tego, jak bardzo jedna, druga lub obie odbiegły od charakterystycznego dla owego przodka wyglądu. Kiedyś, w bardzo odległej przeszłości (w późnym dewonie, czyli ok. czterystu milionów lat temu), wśród mnogości żyjących wtedy na świecie grup ryb, jedna — trzonopłetwe — „wyszła na ląd” i dała początek wszystkim lądowym czworonogom (których późniejsi przedstawiciele mogli powrócić do wody — jak delfiny czy ichtiozaury — lub wtórnie utracić nogi, jak węże i padalce), ale część owych dewońskich trzonopłetwych pozostała w wodzie i jej potomkowie żyją tam nadal w postaci jednego reliktowego gatunku zwanego latimerią[15]. Te współczesne trzonopłetwe stanowią więc grupę siostrzaną dla wszystkich tetrapodów i choć latimeria wygląda dziś niemal tak samo, jak przed milionami lat (to dlatego nazywa się ją żyjącą skamieniałością), a wśród czworonogów spotykamy tak różne od siebie (i od wspólnego przodka) formy jak słonie, wieloryby, padalce i ludzi, obie te grupy mają za sobą równie długą historię i żadna nie może być uznana za starszą. Żadna nie jest też grupą „bardziej prymitywną”, to określenie bowiem odnosić się może do cech, które poprzedzają rozdzielenie się linii siostrzanych, co dla obu z definicji nastąpiło w tym samym czasie. Dzisiejsze latimerie mają więcej cech prymitywnych (czy może, co bliższe prawdy, mniej cech zaawansowanych), bo bardzo mało zmieniły się od czasów naszego wspólnego przodka, ale jako grupa są równie młode (i równie stare), jak wszystkie lądowe czworonogi.

Czas wrócić do ludzi i do naszych diagramów, bo teraz ich znaczenie staje się bardziej zrozumiałe. Człowiek należy do naczelnych — to było jasne już w wieku XVII, a w następnym stuleciu, wraz z rozwojem nowoczesnej taksonomii, można już było wśród naczelnych wydzielić odrębne podgrupy i zacząć szukać dla nich odpowiedniego miejsca na drzewie rodowym. Człowiek przy całym swoim podobieństwie do małp był bytem na tyle odrębnym, że wydawało się oczywiste, iż należy go umieścić w jakiejś osobnej kategorii, do której tylko on zostałby zaliczony. Pierwszą taką próbę podjął Johann Blumenbach, wybitny niemiecki anatom z końca XVIII wieku, który podzielił wszystkie naczelne na Czwororękie (Quadrumana) i Dwurękie (Bimana), do tych drugich zaliczając tylko jeden gatunek: nas (*H. sapiens*), a do pierwszych wszystkie pozostałe. Wydzielił więc, jak byśmy dziś powiedzieli, dwie grupy siostrzane o skrajnie nierównej zawartości; przypomina to relację tetrapodów (tysiące gatunków) i trzonopłetwych (jeden gatunek), z tą tylko różnicą, że tym razem do owej ekskluzywnej monospecyficznej („jednogatunkowej”) grupy zaliczona została forma szczególnie wysoko rozwinięta i o wyjątkowo szerokim zasięgu geograficznym, a nie — jak to zwykle bywa w podobnych przypadkach — szczególnie prymitywna, reliktowa i żyjąca na bardzo ograniczonym obszarze. Ta taksonomiczna aberracja *H. sapiens* dołącza tym samym do długiej listy naszych osobliwości. Listy, do której będziemy dopisywać kolejne pozycje aż do końca tej książki.

Podział Blumenbacha utrzymał się przez dziesięciolecia i dotrwał do narodzin ewolucjonizmu. Jeszcze Darwin w książce *Pochodzenie człowieka* używał tej terminologii, zastanawiając się nad pozycją Bimana — rodziny człowieka — na drzewie rodowym naczelnych. Z drugiej strony twórca teorii ewolucji zdawał już sobie sprawę, że nie jest to klasyfikacja naturalna, bo nie oddaje prawdziwego pokrewieństwa między naczelnymi ani sekwencji czasowej oddzielania się kolejnych linii ewolucyjnych wśród bliższych i dalszych krewnych człowieka. Ta *splendid isolation* naszego gatunku kruszyła się jednak pod naporem faktów. Już kilka lat wcześniej Thomas Huxley, słusznie zwany buldogiem Darwina, pisał wyraźnie, że *H. sapiens* wykazuje znacznie więcej wspólnych cech z małpami człekokształtnymi niż którakolwiek z nich z „małpami niższymi” (ogoniastymi, czyli zwierzokształtnymi). Co więcej, było już oczywiste, że i wśród tych ostatnich istnieje głęboki podział na małpy Nowego i Starego Świata (czyli szeroko-

i wąskonose) oraz że te drugie bliższe są małpom człekokształtnym (wraz z człowiekiem) niż swym amerykańskim kuzynom. Z czasem znalazło to odzwierciedlenie w nowej taksonomii, która połączyła wszystkie małpy człekokształtne w jedną grupę zwaną pongidami (od *Pongo* — orangutan), a człowieka wraz z (początkowo hipotetycznymi, a potem już realnie opisywanymi) wymarłymi przodkami w drugą, czyli hominidy. Choć zachowaliśmy tym samym status osobnej rodziny biologicznej i wciąż byliśmy jedynym jej (żyjącym) przedstawicielem, to dawna przepaść została w dużej mierze zasypana: gdy przedtem naprzeciw nas występowały wszystkie pozostałe naczelne, a więc kilkaset gatunków, teraz mieliśmy „naprzeciw" tylko trzy gatunki (szympansa, goryla i oranga[16]), z którymi razem stanowiliśmy część małp wąskonosych i dopiero wspólnie z nimi grupę siostrzaną małp amerykańskich (a wszystkie te grupy razem tworzyły grupę siostrzaną dla tzw. małpiatek, takich jak galago, poto i lemury).

Obraz ten zaczął się wypełniać treścią i stawał coraz bardziej realny wraz z odkrywaniem kopalnych form hominidów — neandertalczyków w Europie (znanych od połowy XIX wieku), pitekantropów na Jawie (koniec XIX wieku) i australopiteków w Afryce Południowej (lata 20. XX wieku). Bardzo pomogło też ostateczne wyjaśnienie sprawy nieszczęsnego „człowieka z Piltdown", który na całe dziesięciolecia zaciążył nad koncepcjami antropologicznymi, a ostatecznie okazał się zwykłym fałszerstwem. Ustawiając teraz we właściwym porządku chronologicznym znalezione szczątki form przedludzkich, otrzymywaliśmy linię ewolucyjną biegnącą od tzw. gracylnych (delikatnych) australopiteków[17], poprzez jawajskie pitekantropy (włączone, wraz z chińskimi sinantropami, a później innymi, podobnymi formami z Europy i Afryki, do wspólnego gatunku *Homo erectus*) i europejskich neandertalczyków aż do człowieka współczesnego (*H. sapiens*). W tej wizji wszystkie małpy człekokształtne — pongidy — wciąż stanowiły odrębną linię ewolucyjną, która kiedyś oddzieliła się od hominidów i w której zachowały się liczne cechy prymitywne, w tym między innymi nadrzewność, czworonożność z chwytnymi dłońmi i stopami, owłosienie ciała, roślinożerność. Problemem było tylko znalezienie jakichś starszych od australopiteków, ale wciąż hominidowych form, które pozwalałyby wreszcie naszą linię umocować odpowiednio głęboko na drzewie naczelnych i tym samym potwierdzić i uzasadnić ludzką odmienność. Powstanie tak ogromnych różnic między hominidami a pongidami wymagało przecież odpowiednio długiego

czasu. Jednocześnie historia naczelnych obejmowała już całą erę kenozoiczną (czyli ponad sześćdziesiąt milionów lat), a samych małp człekokształtnych zaczynała się od miocenu, z którego pochodziły znane już w XIX wieku szczątki nadrzewnych małp zwanych driopitekami.

Do roli najstarszego hominida, o wieku zbliżonym do driopiteków, idealnie nadawała się istota zwana ramapitekiem, której szczątki odkopano w latach 20. XX wieku w mioceńskich osadach Pakistanu. Ramapitek miał pewne istotne cechy, które odróżniały go od driopiteków i współczesnych małp człekokształtnych, co pozwalało widzieć w nim protoplastę wszystkich hominidów. Przede wszystkim w jego uzębieniu rzuca się w oczy grube szkliwo na trzonowcach i silnie skrócone kły niewystające zbytnio poza linię pozostałych zębów. Wielkie małpy afrykańskie, szympans i goryl, nie mają tych „typowo ludzkich" cech — ich zęby trzonowe pokryte są znacznie cieńszym szkliwem, a kły wystają poza linię zębową. Uznano więc logicznie, że ramapitek znajdował się już na początku drogi (czy linii) prowadzącej do człowieka, natomiast małpy afrykańskie stanowić muszą boczne odgałęzienie, które oddzieliło się od wspólnego dla małp i człowieka przodka, zanim ramapitek pojawił się na Ziemi.

Zęby ramapiteka niosły jednak i inne informacje. Ich grube szkliwo wskazywało na twardy, roślinny i silnie ścierający pokarm, czyli na przykład kłosy i ziarna traw. Duże skupiska traw nie rosną jednak w dżungli, siedlisku małp, ale na otwartej sawannie lub stepach, takie zaś właśnie środowisko od dawna dla przodka linii ludzkiej postulowano. Umacniało to tylko pozycję ramapiteka jako patriarchy ludzkiego rodu — na obszarach, gdzie znajdywano zrazu jego szczątki, występują dziś trawiaste stepy. Również skrócone kły stanowiły ważne przesłanie. Długie, wystające kły służą małpom głównie do straszenia przeciwnika lub do imponowania rywalowi, mogą też być użyte jako broń; silnie skrócone żadnej z tych funkcji pełnić już nie mogą. Wiemy, że w linii ludzkiej te zadania kłów przejęły ręce i trzymane w nich przedmioty — czyżby więc ramapitek był już dwunożną wyprostowaną istotą, zdolną do wytwarzania narzędzi? I takie więc, co prawda, nieco spekulacyjne wnioski można było na podstawie uzębienia ramapiteka wyciągać. Na koniec wreszcie — ramapitek żył dawno, jakieś piętnaście do dziesięciu milionów lat temu, zakorzeniał więc nasz ród głęboko na drzewie naczelnych i pozwalał tym samym tłumaczyć ogrom różnic, jakie się między małpami a nami nagromadziły.

Niestety, choć na pozór bardzo logiczne, wnioski te okazały się z czasem zupełnie fałszywe. Dziś wiemy, że ramapitek nie ma wiele wspólnego z pochodzeniem człowieka, to raczej przodek linii (czyli kladu) prowadzącej do orangutana, a jego „człowiekowate" przystosowania do życia na sawannie były zupełnie niezależnym i zapewne przejściowym zjawiskiem ewolucyjnym. Jeśli więc tak bardzo zbliżały się one do tego, czego oczekiwalibyśmy od odległego przodka człowieka, to dlatego, że w danych warunkach (w tym przypadku na stepie lub sawannie) pewne rozwiązania ewolucyjne mogą się — choć nigdy dokładnie — powtarzać, jako że stanowią funkcjonalną odpowiedź na podobne wyzwania środowiskowe. Często bywa tak, że funkcja organu zaciera jego historię, gdyż w danych warunkach liczba możliwych rozwiązań może być niewielka, a optymalne jest tylko jedno.

Kości i zęby nie są idealnym świadectwem historii, bo mogą łatwo zaciemniać więzy pokrewieństwa, a tylko te wyznaczają naturalne grupy organizmów. Jeszcze gorszym przewodnikiem są nasze oczekiwania, a te już zawsze prowadziły nas na manowce. Na szczęście wiek XX, który zakończył się spektakularnym wyczynem odczytania pełnego kodu genetycznego człowieka (a wkrótce potem i wszystkich naszych bliskich biologicznych krewnych), był wiekiem genów, nie kości. Geny zaś okazały się doskonałym wprost narzędziem do odczytywania (i zarazem datowania) pokrewieństw między gatunkami. Taka molekularna genealogia zaczęła się zresztą jeszcze u zarania XX stulecia, bo już w roku 1901, kiedy to George Nuttal, korzystając z bardzo świeżych wówczas odkryć immunologii, wpadł na błyskotliwy pomysł, by zbadać, czy reakcje obronne jednych zwierząt na białka innych gatunków nie zależą od ich odległości genealogicznej, a jeśli tak, to czy nie można w ten sposób ocenić poprawności drzew rodowych opartych na skamieniałościach i datowaniu geologicznym. Nuttal przeprowadził tysiące testów, w których surowicę królika dodawał do krwi innych ssaków i zawsze siła reakcji układu odpornościowego „biorcy" zależała — zgodnie z przewidywaniami — od odległości filogenetycznej: im bliższe pokrewieństwo, tym reakcja była gwałtowniejsza, bo antygeny jednego gatunku bardziej pasowały do przeciwciał drugiego.

Vincent Sarich i Allan Wilson, czyli kres kariery ramapiteka

Przerwane prace Nuttala dopiero pod koniec lat 50. XX wieku podjął Morris Goodman. Zastosował jednak nową technikę i zamiast mieszać ze sobą przeciwciała i antygeny, nanosił ich krople na podłoże agarowe; tu dyfuzja cząsteczek prowadzi w końcu do ich zetknięcia, a w miejscu kontaktu pojawia się biały pas wynikający z reakcji strącenia. Technika nie wydaje się specjalnie precyzyjna, ale dokładne badanie szybkości i intensywności reakcji na polu kontaktu pozwoliły Goodmanowi na bliższe określenie stopnia pokrewieństwa gatunków. W szczególności stwierdził ponad wszelką wątpliwość, że antygeny człowieka, szympansa i goryla są niemal nierozróżnialne, natomiast różnią się wyraźnie od antygenów gibona i oranga. Lecz jeśli tak, to rozdzielenie rodziny hominidów (człowiekowatych) i pongidów (małp człekokształtnych) musi być sztuczne, gdyż człowiek — wbrew pozorom — jest bliższy pongidom afrykańskim niż te — znów wbrew pozorom — swym azjatyckim kuzynom. Logicznie rzecz biorąc, linia człowieka nie może więc biec aż do ramapiteka, a linia szympansa do driopiteka, gdyż rozejście się linii małp afrykańskich i człowieka musiało nastąpić niedawno, a poszczególnych „małp" między sobą znacznie dawniej. Z taką logiką trudno jednak się było pogodzić — czyż nie podważa to naszej niekwestionowalnej wyjątkowości?

W połowie lat 70. kolejny Amerykanin, Vincent Sarich, z wykształcenia chemik, postanowił rozszerzyć metodę molekularną na inne cząsteczki i nadać jej bardziej skwantyfikowaną, a więc ściślejszą postać. Wraz z immunologiem Allanem Wilsonem, stosując subtelne metody umożliwiające nie tylko porównywanie reakcji białek, ale i samych białek (aż do określenia wszystkich ich pojedynczych aminokwasów), opracował metodę, która pozwala określić pokrewieństwo filogenetyczne różnych gatunków jedynie na podstawie jednej wielkości: tzw. odległości immunologicznej, stanowiącej precyzyjną miarę zmian kumulujących się w białkach od czasu rozejścia się gatunków od wspólnego przodka. Metoda ta potwierdziła niezwykłe, wręcz zdumiewające pokrewieństwo biochemiczne człowieka, szympansa i goryla, oraz ich bardzo niedawne rozejście się na drzewie rodowym, co w kręgach paleontologów nie zostało z początku dobrze przyjęte. Bardzo niedawno — to znaczy kiedy? Paleontologia, przy wszystkich swoich słabościach, potrafiła jednak datować skamieniałości, a więc nie tylko określać kształt drzewa rodowego, ale i wiek jego gałęzi. Czy metoda molekularna, operująca tylko danymi o współczesnych organizmach, może coś wnieść w tej kwestii — pytano. Otóż tak i to właśnie okazało się jej największym sukcesem.

Białka zbudowane są z liniowej sekwencji dwudziestu różnych aminokwasów, przy czym w każdym białku skład aminokwasów i ich kolejność są różne. Białka same nie podlegają ewolucji, bo pomiędzy pokoleniami dziedziczone są geny, nie białka. Jednak białka są produktem genów i wszelkie mutacje tych ostatnich, o ile dotyczą genów funkcjonalnych, znajdują odbicie w budowie kodowanych przez nie białek. Podobieństwo białek zależy od układu i rodzaju budujących je aminokwasów, a te od sekwencji zasad w kodujących je genach. Sekwencja ta podlega dość regularnie zachodzącym mutacjom i choć większość z nich — te, które mogą modyfikować ważne funkcje białek — jest od razu eliminowana przez dobór, to pewna ich klasa (najczęściej mutacje obejmujące trzecią „literę" w tryplecie zasad) ma charakter neutralny, czyli nie wpływa

na funkcje pełnione w organizmie przez kodowane białka, więc może w stałym tempie kumulować się w czasie.

Skoro tak, to, jak łatwo zauważyć, białka zachowują się jak zegary, ponieważ te neutralne mutacje zachodzą („tykają”) z określoną regularnością. Problemem pozostaje tylko ustalenie, jak długi okres odpowiada pojedynczemu „tyknięciu”. Znając moment rozejścia się dwu dowolnych gatunków (a takich par dobrze datowanych gatunków paleontologia potrafi wskazać niemało) i znając liczbę skumulowanych mutacji, możemy wyliczyć (przy założeniu, że „tykanie” zachodzi regularnie) odpowiedni wskaźnik, może to być na przykład liczba mutacji na milion lat. A stąd już prosta droga do datowania drzew rodowych! Tak właśnie, po raz pierwszy w wiarygodny sposób, udało się dość precyzyjnie oszacować moment rozdzielenia się linii człowieka i wielkich małp afrykańskich. Sarich i Wilson na podstawie stwierdzonej przez siebie odległości immunologicznej umiejscowili ten zwrotny punkt naszych dziejów cztery do pięciu milionów lat temu, czyli niemal dziesięć milionów lat po okresie, gdy żył ramapitek, wcześniej typowany na protoplastę ludzkiej linii!

Ramapitek wyszedł z mody, a i sama nazwa wypadła z obiegu, gdy uznano, że jest odpowiednikiem znanego z Azji i Afryki siwapiteka, stworzenia o silnym dymorfizmie płciowym — odtąd „ramapiteki”, jako mniejsze, uznano za samice, a większe, siwapiteki, za samce. Mam wrażenie jednak, że na ten brak zainteresowania wpłynęła też i jego „degradacja”, czyli usunięcie z naszej linii rodowej: jako ewentualny przodek orangutana przestał być po prostu dla antropologów interesujący[18]. Tymczasem ta detronizacja ramapiteka powinna być dla nas szczególnie interesująca i inspirująca — jeśli ten prapraorangutan rzeczywiście był formą naziemną, a może nawet dwunożnym mieszkańcem otwartych przestrzeni, to wykazywał pra- (lub para-) hominidowe cechy, niezależnie, czy był, czy nie był na naszej linii rodowej. To powinno przynajmniej skłaniać do zadumy, czy zejście z drzew (i ewentualnie przyjęcie dwunożności) nie są procesami odwracalnymi. W końcu orangutan, jego domniemany potomek, jest dziś najbardziej nadrzewną z małp człekokształtnych. Jak się wkrótce przekonamy, takie sugestie, które dziś pojawiają się w kontekście samych hominidów, mogą rzucać bardzo ciekawe światło na problem wyjątkowości człowieka i dróg jego ewolucji.

Od czasu badań Saricha i Wilsona minęło już kilka dziesięcioleci i wiele się w naszej molekularnej systematyce zmieniło; więcej nawet — dokonała się rewolucja. Sarich i Wilson odtwarzali naszą i małpią ewolucję na podstawie kolejności aminokwasów w białkach, ale białka to tylko odbicie

prawdziwych zmian, jakie zachodzą na poziomie genów, bo tylko te są dziedziczone. Owszem, kolejność aminokwasów wynika wprost z kolejności trójek (trypletów) nukleotydów (czyli „liter” A, C, G i T) na nici DNA, więc poniekąd, odtwarzając białka, odczytujemy ten sam tekst, tyle że zapisany w innym alfabecie i w innym języku (to dlatego proces przenoszenia informacji z DNA na białka nazywamy translacją, czyli właśnie tłumaczeniem). Gdyby więc w naszym genomie na 23 parach chromosomów były tylko geny, można by spokojnie posługiwać się wyłącznie białkami dla odczytania zapisanej tam informacji (tak samo jak dla poznania *Iliady* i *Odysei* nie trzeba się uczyć starogreckiego, a do czytania Biblii nie potrzebna jest znajomość aramejskiego i hebrajskiego — tłumaczenie wystarczy, choć oczywiście nawet najlepsze może gubić pewne subtelności oryginału). Problem w tym, że kodujące geny stanowią zaledwie ok. dwóch procent naszego genomu, reszta to tzw. śmieciowy DNA, który niczego nie koduje i nie ulega translacji na białka[19].

Wreszcie sam oryginał ludzkiego genomu został odczytany. Nastąpiło to w roku 2001, dokładnie sto lat po pracy Nuttala, kiedy to zakończył się pamiętny wyścig dwóch grup badawczych — Celera Genomics Craiga Ventera i Human Genome Project, kierowanego przez odkrywcę struktury DNA, Watsona — o to, kto pierwszy dokona tego przełomowego wyczynu (oba zespoły chciały zakończyć pracę przed końcem XX wieku; nie udało się). Na ile tłumaczenie było wierne i co nowego oryginał wniósł do naszej wiedzy o człowieku? Przede wszystkim potwierdziło się jedno, co w pracy Saricha i Wilsona stanowiło największe *novum*, i był to ostateczny cios zadany naszym wyobrażeniom o taksonomicznej odrębności gatunku *H. sapiens*. Podobieństwo człowieka i małp afrykańskich jest rzeczywiście zdumiewające, a ich wspólny przodek żył bardzo niedawno — cztery do pięciu milionów lat temu wciąż pozostaje najlepszym przybliżeniem tej daty[20]. Genetycznie jesteśmy prawie w 99 procentach identyczni z szympansem (a raczej jego obu, lub nawet trzema gatunkami, które jednak rozdzieliły się znacznie później, około dwóch milionów lat temu, więc ich linia względem naszej może być traktowana jako jedna) i w ponad 98 procentach z gorylem. Podobieństwo z orangiem jest odleglejsze, a z gibonem (znów — kilkoma gatunkami lub nawet dwoma rodzajami) jeszcze mniejsze. A to oznacza, że nic takiego jak pongidy nie istnieje, bo małpy afrykańskie są bliższe człowiekowi niż małpom azjatyckim, a nawet same afrykańskie „pongidy”

nie tworzą jednej grupy — człowiek bliższy jest szympansom niż te gorylom, gdyż wspólny przodek tej pierwszej pary żył później (ok. pięciu milionów lat temu, przypomnijmy) niż wspólny przodek całej trójki (ok. ośmiu milionów lat temu). Wspólny przodek człowieka (wraz z naszymi afrykańskimi kuzynami) i orangutana żył około dziesięciu milionów lat temu, a przodek ich wszystkich i gibonów jeszcze dwa miliony lat wcześniej. Jeśli więc można oddzielić człowieka od jakiejkolwiek małpy, to została już tylko jedna — szympans, z którym tworzymy naturalną jednostkę, genetycznie tak bliską jak dwa gatunki bliźniacze w innych grupach zwierząt. Po tym, jak Bimana odróżniły nas od *wszystkich* naczelnych, a pongidy od *wszystkich* małp człekokształtnych, teraz zostaliśmy sam na sam z szympansem, niczym dwaj bracia złączeni w uścisku po długiej rozłące. Mało która inna para małp mogłaby z takim przekonaniem mówić o sobie „bracia” — i mało która pewnie tak bardzo by nie chciała tego robić[21]. To właśnie pokazuje Rysunek 4., tym różniący się od poprzednich, że przedstawia prawdę o nas i naszym miejscu na drzewie rodowym (jakkolwiek prawda to nieoczekiwana, a może i dla niektórych bolesna[22]), a nie tylko prawdę o naszych wyobrażeniach i oczekiwaniach.

Ale na szczęście dla tych „niektórych” nie jest to *cała* prawda. To, czego nie mówi Rysunek 4., a co ilustrują dwa kolejne, jest nie mniej szokujące i może bardziej nawet nieoczekiwane. Spójrzmy na Rysunek 5. Geometrycznie niczym się w zasadzie od numeru cztery nie różni — te same linie połączone ze sobą pod takimi samymi kątami i rozchodzące się dokładnie w tych samych miejscach. Tyle, że tym razem do tych geometrycznych niejako informacji dochodzi jeszcze jedna, którą kladystyka (dominująca dziś gałąź taksonomii, badająca pokrewieństwa między taksonami; graficznym przedstawieniem tych zależności są kladogramy, takie właśnie jak Rysunek 5.) zwykle pomija, a którą nazwać można odległością fenotypową (fenotyp to, najogólniej mówiąc, wygląd organizmu). Odległość fenotypowa mówi, jaki dany gatunek jest „naprawdę”, a nie tylko jak blisko spokrewniony jest z innym i kiedy nastąpiło ich rozdzielenie. Gdy pod tym kątem spojrzymy na nasze drzewo rodowe, okaże się, że nagle ta nasza tak boleśnie (dla niektórych) utracona odrębność i „wyniosła izolacja” zostaje przywrócona, tak jak przywrócona zostaje jedność wszystkich małp człekokształtnych (owych pongidów), o której geny i nowa taksonomia kazały nam zapomnieć. Przekaz tego diagramu jest prosty i — znów oczywiście dla niektó-

rych — krzepiący: małpy są małpami, co widać i czuć, a jeśli geny mówią co innego, to jest to dla nas wyzwanie i problem do rozwiązania, a nie powód, by pogodzić się ze wspólną z szympansami tożsamością. Ludzka wspólnota z (niektórymi) małpami jest faktem niezaprzeczalnym, ale nasza odrębność też, tyle że najwyraźniej nie wynika ona z czysto genowej buchalterii. Jeśli bowiem w tak krótkim czasie i mimo takiego podobieństwa genetycznego zdołaliśmy tak bardzo odróżnić się od naszych najbliższych krewnych (szympansów), a też od innych małp człekokształtnych, w końcu zaś od wszystkich innych zwierząt (czy jest ktoś, kto bez wahania temu zaprzeczy?), to oznacza co najmniej tyle, że nasza wyjątkowość nie wynika z naszej genowej odrębności, ale powstała niejako wbrew niej. Znaczy to również, że człowiek ani nie może być doskonały (jak chciał Leonardo), ani nie mógł stopniowo i powoli nabywać swego człowieczeństwa (jak to ukazuje *Korowód hominidów*), bo na to wszystko zabrakłoby po prostu czasu i genów, lecz musiał niejako narodzić się wbrew tym tendencjom. Z czego więc nasza odrębność wynika? O tym postaramy się mówić w dalszych rozdziałach.

Zostaje jeszcze ostatnia ilustracja, może najdziwniejsza ze wszystkich. To też tylko linie obrazujące — znów — nasze genowe powinowactwo z najbliższymi nam małpami: szympansem, gorylem i orangutanem. Tym razem jednak diagram ukazuje coś jeszcze, czego na dwóch poprzednich nie było widać: zróżnicowanie genetyczne w *obrębie* poszczególnych gatunków. I tu kolejne zaskoczenie: choć człowiek jest bez wątpienia najbardziej zmienny fenotypowo ze wszystkich naczelnych (jeśli nie wszystkich ssaków w ogóle), to na poziomie genów jest dokładnie odwrotnie: tu zróżnicowanie jest zdecydowanie najmniejsze!

O ile poprzednio poszczególne gatunki reprezentowane były przez pojedynczą linię, to tym razem każdy z nich to pęk rozchodzących się linii obrazujących populacje, które w toku ewolucji zgromadziły wystarczająco dużo różnic genetycznych (w genach mitochondrialnych, bo tylko do nich odnosi się ten diagram), by je od innych populacji odróżnić. Długość każdej z tych gałęzi jest proporcjonalna do liczby tak analizowanych różnic. Przyjrzyjmy się uważnie. Każdy z gatunków naszych bliższych krewnych — szympans, bonobo, goryl i orangutan, to właściwie osobne drzewo, z wieloma i to długimi gałęziami, reprezentującymi stopień ich genetycznego oddalenia[23]. Na-

sze to przy nich karzełek, niczym bonsai przy rozłożystym dębie. Okazuje się bowiem, że choć na oko między np. Masajami a Eskimosami lub Europejczykami a Pigmejami istnieje fenotypowa przepaść, to na poziomie genów (przynajmniej mitochondrialnych) stanowimy niemal jedność, jakby nic nas nie różniło. Z małpami jest odwrotnie — choć szympansy ze wschodniej i zachodniej Afryki są tak genetycznie odległe, że wielu badaczy uważa je za odrębne gatunki (podobnie jak odrębnym gatunkiem okazał się bonobo), to pod względem budowy i zachowań rozróżnić je potrafi tylko specjalista — dla laików są identyczne. Ba, jeśli wybierzemy losowo dwa szympansy żyjące po sąsiedzku i należące do jednej grupy społecznej w lesie Taï w Afryce Zachodniej istnieje ogromne prawdopodobieństwo, że — nieodróżnialne z wyglądu — będą różnić się genetycznie bardziej (znacznie bardziej!) niż dowolna para ludzi wybrana spośród siedmiu miliardów przedstawicieli naszego gatunku na całej Ziemi, od regionów polarnych po lasy równikowe i od nadmorskich nizin po najwyższe góry świata.

Jak to możliwe? Dlaczego geny nie przekładają się na wygląd, a wygląd w tak małym stopniu wynika z genowej odrębności? No cóż, geny nie kodują każdej cechy organizmu z osobna (a w każdym razie rzadko się tak dzieje), ale raczej ogólny model rozwojowy, w którym niewielkie zmiany parametrów „na wejściu” mogą skutkować ogromnymi różnicami „na wyjściu”, podobnie jak w camperowskim morfingu, gdzie można było przekształcić konia w człowieka, operując tylko niewielkimi przekształceniami geometrycznymi. Trudno się zresztą tej naszej genetycznej jednorodności dziwić, gdy uświadomimy sobie, że skrajne populacje szympansów rozeszły się około półtora miliona lat temu, podczas gdy wszystkie ludzkie „rasy” i populacje miały wspólnego przodka zaledwie dwieście tysięcy lat temu. Trudno się dziwić, gdy się wie, ale też trudno się nie zdumiewać, gdy się widzi. Cóż — przez te półtora miliona lat szympansy wciąż żyły w tych samych i takich samych lasach, a ludzie w ciągu dziesięciokrotnie krótszego czasu zasiedlili całą planetę i większość jej lądowych środowisk. Powtórzmy więc na koniec: nie mieliśmy ani wystarczająco dużo czasu, ani genów, by się do tych wszystkich środowisk przystosować; to my musieliśmy dostosować Ziemię do naszych potrzeb. Jeśli chcieliśmy przeżyć. Jak to zrobiliśmy i jak ten wyczyn nam się udał — o tym opowiem w kolejnych rozdziałach.

[1] Terry Bisson, *They're Made Out of Meat*, OMNI 1991. Opowiadanie to zyskało ogromną popularność, a na stronie autora znaleźć można jego adaptację na sztukę teatralną. Na jego podstawie nakręcono też film, który w roku 2006 zdobył pierwszą nagrodę na festiwalu zorganizowanym przez Science Fiction Museum w Seattle.

[2] Można dodać, że reprodukcja znalazła się na włoskiej wersji monety jednoeurowej (człowiek wpisany jest w ten sposób w okrąg w najbardziej dosłowny sposób), jest też symbolem niezliczonych organizacji i stowarzyszeń, w szczególności zajmujących się medycyną i naukami pokrewnymi.

[3] Przedłużenie gatunku i jego sukcesy to pojęcia utrwalone w języku potocznym, ale dalece nieścisłe. W rzeczywistości wszystkie zabiegi każdego osobnika mają na celu (słowo „cel" zresztą to też przejaw językowej antropomorfizacji) przede wszystkim jego własne korzyści, co z pomyślnością gatunku nie ma żadnego związku, a nierzadko bywa z nią sprzeczne; zresztą nawet nie tyle osobnika, ile (samolubnych) genów, dla których każdy organizm jest tylko „wehikułem".

[4] Z tych samych przyczyn pionierem nowożytnej antropologii stał się inny z Holendrów, Eugène Dubois, który w sto pięćdziesiąt lat później na holenderskiej wówczas Jawie wykopał pierwsze szczątki „małpoluda" — pitekantropa (zob.: Rozdział 4.).

[5] Allometria to badanie związków między wielkością, kształtem i innymi zależnościami geometrycznymi określonych części ciała zwierząt i roślin.

[6] Sam Owen ewolucjonistą nie był, a do darwinowskich koncepcji odniósł się z dużą rezerwą, z czasem zaś stał się ich zagorzałym krytykiem. Podobną rolę w stosunku do wcześniejszego transformizmu odegrał Cuvier, który zwalczał wszelkie tego typu pomysły, ale swoimi badaniami i koncepcjami bardzo przyczynił się do narodzin ewolucjonizmu.

[7] Z jednym chyba wyjątkiem pekińczyka, ale jak zauważył Stephen Jay Gould, pekińczyk to rasa celowo „antropomorfizowana".

[8] Lamarck również dostrzegał w rozwoju życia na Ziemi proces ciągły, wznoszący i dążący do doskonałości — tyle, że zamiast jednej linii, jak u Campera, wprowadził ich wiele, a każda zaczynała się od organizmów najprostszych („wymoczków"), powstających drogą samorództwa (w przeszłości i dziś) i potem wznosiła się przez kolejne szczeble rozwoju aż do osiągnięcia kulminacji w formach najwyższych, czyli — w zasadzie — w człowieku. Nie był to system genealogiczny, jak u Darwina, bo nie tworzył rozgałęziającego się drzewa, sięgającego korzeniami do wspólnego dla wszystkich przodka, ale raczej szereg niezależnych i równoległych drabin, których nieoczekiwaną konsekwencją był fakt, że żyjące dziś organizmy najprostsze są zarazem najmłodsze, bo przeszły najkrótszą drogę po szczeblach własnej drabiny rozwojowej.

[9] Tu i w dalszej części tej książki używam pojęcia hominidy (człowiekowate) w odniesieniu do biologicznej rodziny człowieka obejmującej *Homo sapiens* i wszystkich dwunożnych i wyprostowanych przodków i kuzynów naszego gatunku, od momentu rozejścia się linii człowieka i szympansa. Zob. też przypis nr 31.

[10] *Wonderful Life* nie ukazało się po polsku, ale ten akurat esej znalazł się wyborze esejów Goulda *Niewczesny pogrzeb Darwina. Wybór esejów* opublikowanym po polsku (Prószyński i S-ka, Warszawa 1999) [przyp. red.].

[11] Jest też feministyczna wersja tego rysunku, pokazująca dwa korowody — mężczyzn, coraz bardziej wyprostowanych i coraz bardziej męskich, i kobiet; od początku w tej samej pozycji: na czworakach przy szorowaniu podłogi.

[12] Warto pamiętać, że słynne *survival of the fittest*, czyli „przeżywanie najlepiej dostosowanych", to sformułowanie nie samego Darwina, ale Herberta Spencera, skądinąd piewcy brytyjskiego imperializmu. W odróżnieniu od Spencera Darwin nie był też darwinistą społecznym i nie pisał raczej o „przeżywaniu najsilniejszych".

[13] Tyle że tam narodzić by się nie mógł — nowożytna nauka jest wynalazkiem *stricte* europejskim [przyp. red.].

[14] Na przykład ku malejącym rozmiarom ciała, zmniejszaniu się mózgu, a nawet powrotu do utraconej nadrzewności — to przypadek osobliwych „hobbitów" z Flores, o których nieraz przyjdzie nam mówić w tej książce.

[15] W pobliżu Madagaskaru. Niedawno w wodach indonezyjskich odkryto drugi, bardzo podobny gatunek latimerii, też o bardzo ograniczonym zasięgu geograficznym. Potwierdza to tylko reliktowy charakter tych ryb, które musiały być kiedyś znacznie szerzej rozpowszechnione.

[16] To oczywisty anglicyzm — po polsku rzadko używa się skróconejwersji słowa orangutan — ale czytelny i użyteczny, a przy tym, jak sądzę, niesprzeczny z tzw. duchem języka. Purystów językowych przepraszam.

[17] W RPA znaleziono też nieco odmienne, tzw. masywne (robustne) australopiteki, które uznano za boczną i wymarłą bezpotomnie gałąź hominidów. Masywne australopiteki określane też bywają nazwą rodzajową *Paranthropus*. O innej interpretacji historii australopiteków i możliwości występowania ich żyjących potomków opowiem w rozdziale 7.

[18] Do dziś wszystkie znaleziska przedaustralopitekowych małp odkrywcy przedstawiają zwykle jako „wczesne hominidy", bo tylko to gwarantuje dostęp do funduszy i pierwszych stron gazet (*Brakujące ogniwo odnalezione!*, *Najstarszy przodek człowieka!* itp., itd.). Tak było z orrorinem, sahelantropem, keniantropem, ardipitekiem… Nawet odkrytą niedawno Idę (*Darwinius masillae*) sprzed 47 milionów lat przedstawiono (z niezwykłą pompą, bo działo się to w roku podwójnej rocznicy darwinowskiej) jako najstarszego przodka człowieka i tym samym najpiękniejszy prezent dla ojca ewolucji. Krytycy wykazywali jednak, że Ida to najprawdopodobniej przedstawiciel linii prowadzącej do lemurów, więc cały szum był raczej bezprzedmiotowy…

[19] Choć wedle nowszych badań przynajmniej jego część pełni ważną rolę w rozwoju osobniczym np. jako jeden z czynników kontrolujących proces ekspresji genów.

[20] Dokładne datowane zależy od przyjętych założeń, zwłaszcza co do tempa i jednostajności mutacji, więc pojawiają się wciąż prace kwestionujące te wartości, nie więcej jednak niż o milion, góra kilka milionów lat.

[21] Co powinno znaleźć odzwierciedlenie w terminologii taksonomicznej; stąd propozycje, by oba te rodzaje (*Homo* i *Pan*) połączyć w jeden (*Homo* lub *Pan*), co dobrze oddaje tytuł znanej książki Jareda Diamonda *Trzeci szympans* (ten „trzeci" to my, oczywiście).

[22] Aż prosi się, by w tym miejscu przypomnieć znaną wypowiedź żony biskupa Wilberforce'a, słynnego oponenta Darwina, która dowiedziawszy się, co wynika z teorii ewolucji, miała zakrzyknąć: „módlmy się, żeby to nie była prawda, ale jeśli to jest prawda, módlmy się, żeby się nie rozniosła".

[23] Tylko drzewo orangutana wygląda dość ubogo, ale to wynik wymarcia wszystkich jego lądowych populacji w nieodległej przeszłości. I ono jednak ma dwie bardzo oddalone od siebie gałęzie, reprezentujące podgatunek sumatrzański i borneański, rozdzielone przed dwoma milionami lat.

Rozdział pierwszy

Niełatwo zostać człowiekiem

Mam głębokie podejrzenie, że Wszechświat jest nie tylko dziwniejszy, niż nam się wydaje, ale nawet dziwniejszy, niż nam się może wydawać

J.B.S. Haldane

„Nadzwyczajne twierdzenia wymagają nadzwyczajnych dowodów". Nie wiem, kto pierwszy wypowiedział to powszechnie znane zdanie[1], ale wiem, że miał rację — inaczej nie dałoby się odróżnić nauki od pseudonauki, a często po prostu prawdy od fałszu. Mogę na przykład twierdzić, że wypadek drogowy lub lotniczy był efektem zamachu lub spisku, ale ponieważ wypadki zdarzają się dużo częściej niż zamachy, na poparcie takiej tezy muszę mieć bardzo silne dowody. Inaczej nikogo nie przekonam.

W roku 1950 ukazała się książka *Worlds In Collision* [*Zderzenie światów*], której autor, Immanuel Velikovsky, starał się wykazać, że przyczyną wielu niezwykłych zdarzeń w dziejach geologicznych — i w dziejach człowieka — były katastrofy kosmiczne, w szczególności bliskie spotkania Ziemi z planetami Układu Słonecznego, których orbity — również już w czasach historycznych — podlegać miały dramatycznym zmianom. W ten sposób Velikovsky tłumaczył liczne wydarzenia odnotowane w świętych księgach i mitach ludzkości, w tym choćby potop, który miał być spowodowany

wpływem Saturna, zniszczenie Sodomy i Gomory (za sprawą Jowisza) czy exodus Żydów z Egiptu, który zbiegł się z przelotem Wenus koło Ziemi.

Immanuel Velikovsky, czyli kosmiczne błędy

Kariera Velikovskiego była równie niezwykła, jak jego osobowość. Pochodził ze znamienitej rodziny witebskich Żydów i całą młodość spędził na wschodnich kresach dawnej Rzeczpospolitej, gdzie przesiąkł ideami syjonistycznymi. Wyjechał do Palestyny, gdzie odegrał ważną rolę w powstaniu słynnego dziś Uniwersytetu Hebrajskiego. Pasjonował się historią dawnego Izraela, a opisane w Biblii wydarzenia porównywał z mitami innych ludów, odnajdując w nich liczne podobieństwa. Zajmowała go też astronomia i geologia — w kolejnej po *Worlds In Collision* książce *Earth in Upheaval* streścił swoją skrajnie katastroficzną wizję dziejów naszej planety. Obie książki spotkały się z ogromnym zainteresowaniem czytelników i długo utrzymywały się na czele list bestsellerów. Wzbudziły też skrajnie negatywne reakcje naukowców, zwłaszcza geologów, dla których wszelkie odwołania do katastrof przywoływały widmo XIX-wiecznego katastrofizmu, którego odrzucenie przez Charlesa Lyella uważa się za początek nowoczesnej geologii.

Stephen Jay Gould poświęcił ich autorowi osobny esej, w którym napisał: „Velikovsky nie był wariatem, ani szarlatanem, choć […] jego błędy były iście kosmiczne. […] gotów był nagiąć naukę o mechanice ciał niebieskich, byle tylko uratować dosłowność dawnych mitów”. W pewnym stopniu spór wokół książek Velikovskiego ożywił zainteresowanie katastrofami geologicznymi i otworzył drogę do współczesnego neokatastrofizmu w geologii.

Oczywiście, powiązanie wydarzeń z dziejów człowieka z katastrofami kosmicznymi nie jest zupełnie absurdalne, ale że nikt wcześniej poważnie nie głosił takich poglądów (z czego zresztą wynikała popularność tej książki, a także zmasowana krytyka społeczności naukowej), to żeby je uprawdopodobnić, trzeba by dysponować naprawdę wyjątkowo przekonującymi dowodami. Nowatorstwo nie wystarczy — im bardziej zwariowana idea, tym mniejsze prawdopodobieństwo, że jest prawdziwa. Pomysły Velikovsky’ego opierały się na zupełnie fantastycznych podstawach i dlatego zyskał on sławę nie genialnego odkrywcy, tylko wielkiego mistyfikatora. Dziś, jeśli się go wspomina, to po to by pokazać, jak nie należy uprawiać nauki.

W roku 1980 światem naukowym wstrząsnęła inna, z pozoru podobna, hipoteza: przyczyną wymarcia dinozaurów (i wielu innych gatunków) była kolizja (impakt) planetoidy z Ziemią. Jej autorem był Walter Alvarez, i to nazwisko zapisało się już w historii nauki jako twórcy jednej z najbardziej płodnych koncepcji geologicznych. Różnica między Alvarezem a Veliko-

vskim polegała między innymi na tym, że ten pierwszy do swej koncepcji dochodził, a drugi od niej wyszedł. Zanim Walter Alvarez powiązał niezwykłe wydarzenie, czyli wielkie wymieranie, z niezwykłą przyczyną, czyli impaktem, przez lata zbierał materiały (wraz z zespołem, rzecz jasna)[2], które zresztą miały posłużyć zupełnie innym celom, a mianowicie określeniu tempa sedymentacji osadów morskich na przełomie kredy i trzeciorzędu. Ustaleń tych dokonywał na podstawie zawartości w osadach pierwiastków z grupy platynowców, głównie irydu. Iryd w kontekście interesującego nas odkrycia odgrywa kluczową rolę, gdyż w meteorytach i pyle kosmicznym jest go proporcjonalnie znacznie więcej niż na powierzchni Ziemi — na planetach dużych, jak nasza, najcięższe pierwiastki, w tym żelazo i platynowce, skoncentrowały się w jądrze, podczas gdy w meteorytach i pyle kosmicznym nie było warunków do takiej segregacji grawitacyjnej, więc średnia zawartość irydu jest w nich większa. Do powierzchni Ziemi stale dociera tzw. deszcz meteorytowy — drobne okruchy skalne i pył kosmiczny, który wzbogaca skały osadowe w platynowce pochodzenia pozaziemskiego. Mierząc ich zawartość w skałach osadzających się na dnie oceanu, można określić, jak długo dana skała się tworzyła. Odkrycie nienaturalnie wysokiej koncentracji irydu w jednym punkcie długiej sekwencji takich skał powinno skłaniać do pytania, czy nie jest to wynik jednorazowej dostawy wielkiej ilości materii kosmicznej, co najłatwiej wytłumaczyć właśnie upadkiem planetoidy lub komety. Gdyby teraz okazało się, że moment tego upadku dokładnie odpowiada jakiemuś dramatycznemu wydarzeniu w dziejach Ziemi, pokusa, by te dwa zdarzenia powiązać, staje się jak najbardziej zrozumiała. A tak właśnie było — warstwa wzbogacona w iryd osadziła się 65 milionów lat temu, w momencie znanym od dawna jako czas wielkiego wymierania (między innymi dinozaurów). W takiej sytuacji każdemu prawdziwemu uczonemu powinna zaświtać myśl, że zbieżność dwóch bardzo rzadkich zjawisk — sedymentologicznego i ewolucyjnego — może oznaczać związek przyczynowo-skutkowy: kolizja planetoidy z planetą doprowadziła do katastrofy ekologicznej. Tu zatem najpierw były mocne dowody, potem zuchwała hipoteza, a w końcu możliwość jej przetestowania — jeśli wydarzenie miało zasięg globalny, to powinno zostawić ślady we wszystkich skałach osadzonych w tym samym czasie, jeśli związane było z impaktem, musiało zostawić inne ślady, nie tylko iryd, jeśli wreszcie wywołało wielkie wymieranie, to powinno ono objąć (w różnym stopniu) wszystkie grupy or-

ganizmów, nie tylko dinozaury, a jeżeli zdarzyło się raz w dziejach Ziemi, to pewnie zdarzało się częściej i zawsze też musiało mieć jakieś niekorzystne skutki dla biosfery. Wszystkie te predykcje się potwierdziły, choć każda praca przynosiła zarazem jakieś znaczące korekty: nie wszędzie ślady były takie same, nie wszystkie grupy organizmów reagowały tak samo, nie każdy impakt był synchroniczny z wymieraniem i tak dalej. Na tym polega dobra nauka: jej ustalenia niczego nie zamykają, a zawsze przynoszą nowe pytania, skłaniają do nowych przemyśleń i dają nowe możliwości uściśleń lub korekt.

Ta historia z wymieraniem i impaktem pozwala rozszerzyć rozpoczynające ten rozdział spostrzeżenie: twierdzenia dotyczące nadzwyczajnych wydarzeń powinny też postulować ich nadzwyczajne przyczyny. Jeśli nagle w dziejach Ziemi zginęły wszystkie organizmy, które wcześniej przez miliony lat były dominującym elementem biosfery (a tak było z dinozaurami pod koniec okresu kredowego), to nie ma co liczyć, że przyczyna wymierania była banalna. Dinozaury przetrwały sto pięćdziesiąt milionów lat i aż do samego końca ich egzystencji nic nie zapowiadało tragedii. Trudno przypuszczać, by przyczyną ich zagłady mogło być wyjadanie jaj przez ssaki, epidemia nowej choroby albo kłopoty z trawieniem wynikające z nowej diety — a przywołuję tylko koncepcje wysuwane wcześniej z pełną powagą przez specjalistów. Dinozaury nie zginęły z tych powodów już choćby dlatego, że w ten sposób nie da się wytłumaczyć równoczesnego wymierania innych grup organizmów, takich jak plankton wapienny, amonity czy osobliwe małże zwane rudystami, po których pozostały ogromne rafy. Przyczyna musiała mieć charakter globalny i musiała tłumaczyć wymieranie wszystkich grup organizmów — w wodzie, na lądzie i w powietrzu. Wreszcie, musiała być wystarczająco niezwykła, bo takich właśnie przyczyn po niezwykłych wydarzeniach musimy się spodziewać (przypomina się opinia Maxa Plancka, który wykpił jakąś nową koncepcję dotyczącą fizyki kwantów, mówiąc, że nie może być prawdziwa, bo nie jest wystarczająco zwariowana. W osobliwym świecie cząstek elementarnych muszą obowiązywać osobliwe prawa).

Teraz podstawmy pod „niezwykłe wydarzenie” — „niezwykły gatunek”. Powstanie niezwykłego gatunku też jest przecież niezwykłym wydarzeniem, tyle że ewolucyjnym, więc różnica nie jest duża. Niezwykły gatunek nie może powstać w zwykły sposób, a już na pewno, poszukując przyczyn

jego powstania, powinniśmy zwracać szczególną uwagę na takie, które nie wydają się typowe. Po lekturze Wstępu nietrudno się chyba domyślić, że niezwykłym gatunkiem, o którym tu mowa, jest człowiek. Na Ziemi żyje dziś co najmniej dziesięć milionów gatunków (a w przeszłości żyło wielokrotnie więcej), ale nasz jest najdziwniejszy. Dlaczego? Odpowiedź na to pytanie wymagałoby napisania całej książki — i taką książkę masz właśnie przed sobą — a na razie niech nam wystarczy to, co powiedzieli cytowani wcześniej pozaziemscy przybysze („myślące mięso”), a także znane stwierdzenie biologów i fizyków, że najbardziej złożonym bytem we Wszechświecie jest ludzki mózg (z całym szacunkiem dla gości z innej planety). Umiejętność myślenia zaś to tylko jedno z naszych biologicznych dziwactw, niedługo poznamy ich znacznie więcej.

Jeśli z tej perspektywy spojrzymy na nasz gatunek i jego historię, to niektóre ze scenariuszy jego powstania od razu wydadzą się podejrzane, jako — by znów odwołać się do Plancka — „za mało zwariowane”. Powolna i stopniowa pionizacja ciała, stopniowe i stałe powiększanie mózgu, uwalnianie rąk z funkcji lokomotorycznych i wszelkie w ogóle modele anagenetyczne (tzn. zakładające, że kolejne gatunki tej ewolucji wykazywały coraz więcej „ludzkich” cech i że pewne przekształcenia były uprzywilejowane, a inne, np. odwracające kierunek wcześniejszych zmian, się nie zdarzały) możemy z góry uznać za mało prawdopodobne, gdyż w ewolucji człowieka powinniśmy spodziewać się raczej nieoczekiwanych zwrotów niż przewidywalnych scenariuszy. To, oczywiście, nie jest jakieś ogólne prawo, a jedynie przestroga, by nie przywiązywać się do prostych jednoczynnikowych modeli (typu zwiększania „kąta twarzowego” lub tułowiowego) i nastawiać raczej na niespodzianki. Zaskoczenie, jakie towarzyszyło odkryciu hobbita z wyspy Flores, który miał za mały mózg, za niski wzrost, za długie ręce i w którego ewolucji — ogólnie mówiąc — odwróceniu uległy te wszystkie tendencje, które uważaliśmy niemal za niewzruszone, dobrze uzmysławia, o co tu chodzi.

Wiele modeli próbuje wyjaśnić takie kluczowe elementy ludzkiej anatomii jak spionizowane ciało, brak owłosienia czy wielki mózg poprzez odwołanie do bezpośrednich korzyści przystosowawczych, jakie z nich wynikają (np. sprawna lokomocja, uwolnienie rąk z funkcji lokomotorycznych, odparowanie nadmiaru ciepła i wyższa inteligencja). Z pewnością te różne adaptacje przynoszą jakieś realne korzyści, ale często okupione tak dużymi

wydatkami, że trudno zrozumieć, jaką mogły dawać przewagę naszym przodkom, zwłaszcza w początkach ich ewolucji. Wszystkie afrykańskie ssaki, czy to leśne, czy sawannowe, są owłosione — dlaczego naga skóra akurat dla nas miałaby być tak korzystna? Wszystkie są też czworonożne — dlaczego nasza dwunożność miałaby być tak pożądana? Nawet nasz wielki mózg, tak, zdawałoby się, oczywisty powód do dumy, po zastanowieniu budzi wątpliwości. Jego utrzymanie jest szalenie kosztowne — to najbardziej energochłonny organ naszego ciała — i wcale nie jest powiedziane, czy ten koszt zawsze się opłacał. Nawet jego związek z wyższą inteligencją jest wątpliwy — jeśli neandertalczyk miał mózg większy od ludzi współczesnych (o co najmniej 15 procent), jeśli mózg człowieka rozumnego (czyli nasz) znacząco *zmniejszył się* w ciągu ostatnich pięćdziesięciu tysięcy lat (a jeszcze bardziej w ciągu ostatnich dziesięciu tysięcy), jeśli najstarsza znana czaszka człowieka współczesnego — tzw. człowiek z Herto w Etiopii sprzed ok. 180 tysięcy lat — jest większa od czaszek ludzi dziś żyjących, to zasadne staje się pytanie, dlaczego dokonania intelektualne neandertalczyków i archaicznych ludzi nie były większe od naszych. Przywykliśmy uważać, że inteligencja (i jej wytwory) są jakoś skorelowane z wielkością mózgu i że lepiej mieć więcej jednego i drugiego i dlatego fakt, że ta tendencja uległa odwróceniu akurat wtedy, gdy te nasze zdolności zaczęły gwałtownie się rozwijać, nigdy nie był w opisach naszej ewolucji nadmiernie eksponowany. A przecież takie zadziwiające odstępstwa od oczekiwań powinny być dla interpretacji tych procesów szczególnie inspirujące.

Wszelkie jednostronne i „łatwe” próby wyjaśnienia fenomenu człowieka są w najlepszym przypadku niepełne, bo, powtórzmy, wyjątkowy gatunek powinien powstać w wyjątkowy sposób i powinno to dotyczyć wszystkich (a przynajmniej wielu) aspektów tego powstawania, a nie tylko jednego (lub kilku). Pod koniec kredy szybko rozwijające się wtedy ssaki zjadały pewnie więcej jaj dinozaurów niż wcześniej, ale nikt już dziś nie wierzy, by to wystarczyło do wyjaśnienia jednej z największych katastrof w dziejach Ziemi. I tak samo wczesne hominidy miały pewnie bardziej uwolnione od funkcji lokomotorycznych ręce niż inne naczelne i mogły dzięki temu wykonywać nieco lepsze narzędzia, ale to nie wyjaśnia fenomenu gatunku, który jako jedyny po czterech miliardach lat ewolucji życia na Ziemi stanął na Księżycu i zaczął wytwarzać komputery, a po drodze dokonał jeszcze paru innych zadziwiających rzeczy. Można chyba sformułować następujące

twierdzenie: *człowiek powstał, bo należał do wyjątkowej linii rozwojowej, która znalazła się w dziwnym miejscu, gdzie w dziwnym czasie działy się dziwne rzeczy.* Oczywiście nie jest to twierdzenie oparte na jakichś niewzruszonych dowodach, ale przeświadczenie, które powinno i może zostać zweryfikowane. Warto w tym celu przyjrzeć się wszystkim aspektom naszej ewolucji, również takim, które wydają się bardzo odległe od interesującego nas tematu.

Gdyby powstanie człowieka było proste i polegało tylko na wzmocnieniu tendencji, które już wcześniej się pojawiały, i gdyby korzyści z takiego „uczłowieczenia" były tak oczywiste, to przecież „ludzie" pojawiliby się już wcześniej i niekoniecznie w jednej tylko grupie zwierząt. Na przykład wśród dinozaurów. Zresztą jeden taki nawet powstał, a jego trójwymiarowy naturalnej wielkości[3] model do dziś jest ozdobą Muzeum Historii Naturalnej w Ottawie w Kanadzie. Tyle, że nie jest on dziełem ewolucji, a twórczej wyobraźni Dale'a Russella, znanego kanadyjskiego paleontologa i znawcy dinozaurów. Historia jego powstania jest w kontekście poruszanych tu zagadnień jest bardzo pouczająca.

Pomysł Russella narodził się w czasie, gdy rozpalała się dyskusja nad katastroficznym modelem wymierania dinozaurów i gdy stawało się jasne, że ich zejście z ewolucyjnej sceny zależało od zdarzeń nagłych, rzadkich i przypadkowych, które nie tylko mogły się nie wydarzyć, ale wręcz wydarzyć się nie powinny (prawdopodobieństwo kolizji Ziemi z planetoidą jest na szczęście dla nas prawie zerowe). A jeśli tak, to po stu pięćdziesięciu milionach lat panowania na Ziemi nic właściwie — poza tą zbłąkaną planetoidą — nie powinno stanąć na przeszkodzie, by zwierzęta te panowały znacznie dłużej, być może do dzisiaj. Co wtedy?

Wtedy, być może, powstałby z nich myślący gatunek dinozaura — dinozauroid.

Russell zwrócił uwagę, że we wszystkich większych grupach zwierząt średnia wielkość mózgu (EQ, czyli tzw. współczynnik encefalizacji) rośnie w czasie, natomiast nieznane są w zasadzie linie, w których wielkość mózgu konsekwentnie by malała. Wychodząc od takiego spostrzeżenia, Russell uznał, że „jest wielce prawdopodobne, niemal pewne, że ludzki poziom EQ nawet przy braku człowieka również pojawiłby się na naszej planecie […] Gdyby któraś z żyjących dziś linii osiągnęła wartość EQ równą naszej, wówczas inteligencja mogłaby się rozwinąć na bazie rozmaitych planów

budowy — ptasiego (papugi), małpiego (szympansy, kapucynki itd.), słoniowego lub delfiniego”[4]. Innymi słowy, gdyby nie było dzisiaj na Ziemi człowieka, wówczas te grupy, które znajdują się obecnie na krzywej maksymalnej encefalizacji, po upływie odpowiedniego czasu wyłoniłyby z siebie istotę o równej nam jeśli nie inteligencji, to przynajmniej EQ (co uważane jest za niemal synonim). Powstanie inteligencji nie jest więc procesem trudnym, wystarczy „znaleźć się na krzywej”.

Rozumowanie to zastosował Russell w sposób bardzo pomysłowy również w stosunku do zwierząt kopalnych. Zwrócił mianowicie uwagę, że wśród licznych dwunożnych i drapieżnych dinozaurów z końca okresu kredowego są i takie, u których rozwój mózgu osiągnął ten sam stopień zaawansowania, co u współczesnych im ssaków. Co więcej, zwierzęta te miały zręczne i chwytne ręce z długimi, zdolnymi do manipulacji palcami, silnie rozwinięty zmysł wzroku oraz przesunięte ku przodowi oczy, co umożliwiało stereoskopowe widzenie świata. Russell wybrał jednego z takich wysoko zaawansowanych dinozaurów z rodzaju *Stenonychosaurus* (dziś: *Tröodon*) jako punkt wyjścia swych fascynujących spekulacji. Zastanawiając się, jak potoczyłaby się historia życia, gdyby dinozaury nie wymarły przed sześćdziesięcioma pięcioma milionami lat, doszedł do wniosku, że właśnie *Stenonychosaurus* byłby dobrym kandydatem na przodka gatunku inteligentnego, gdyż grupa, do której należał, była już w kredzie na krzywej największej encefalizacji (tzn. mieściła się w przedziale wartości typowych dla ówczesnych ssaków, nie gadów). Próbując zrekonstruować hipotetycznego potomka stenonychozaura, Russell wykreował istotę, którą nazwał dinozauroidem — dwunożną, wyprostowaną, o zaskakująco ludzkim wyglądzie, zdolną objąć panowanie nad światem, gdyby to dinozaurom, a nie ssakom dane było w erze kenozoicznej rozwinąć swój potencjał. Russell nie odtworzył hipotetycznych dróg dojścia do owego inteligentnego potomka dinozaurów, zasugerował jednak w pewnym miejscu, że proces ten trwałby około siedemdziesięciu milionów lat, dokładnie tyle samo, ile w wypadku współczesnych stenonychozaurom ssaków. Wzrost mózgu, jak przyjął, jest więc nie tylko nieuchronny, ale również powinien zachodzić w zasadzie z taką samą prędkością we wszystkich grupach zwierząt; przy czym efektem końcowym staje się istota anatomicznie łudząco podobna do człowieka.

Czy w ten sposób mógł powstać dinozauroid? Czy „człowiek” mógł narodzić się wcześniej, gdyby ewolucja potoczyła się inaczej i terapsydy

(przodkowie ssaków) nie utraciły w triasie swej dominującej pozycji? Czy ewolucja w ogóle może faworyzować takie istoty jak człowiek — na Ziemi i poza nią?

No cóż, nie można tego wszystkiego z góry wykluczyć, ale taka liniowa nieuchronność wydaje się podejrzana, kryje się bowiem za nią milczące założenie, że ewolucja ma cel, a dojście do pewnych rozwiązań zależy tylko od czasu, jaki ma do dyspozycji. W przypadku dinozaurów czasu było dużo — około stu pięćdziesięciu milionów lat, czyli dwuipółkrotnie więcej niż trwała nasza kenozoiczna ewolucja „od ryjówki do człowieka". Gdyby rzeczywiście tak było i owym „celem" było powstanie istoty inteligentnej, dwunożnej i wyprostowanej, to cel ten mógł zostać osiągnięty już w mezozoiku. Może więc jednak w naszych przodkach było coś szczególnego, czego dinozaurom brakowało? I tego nie można wykluczyć, zwłaszcza jeśli będziemy pamiętać, że niezwykłe gatunki nie powinny powstawać w zwykły sposób. Rozumowanie Russella można odwrócić i zastanowić się na przykład, czy gdyby terapsydy już w triasie zyskały przewagę nad dinozaurami (a były to grupy o podobnym ewolucyjnym potencjale, w obu np. rozwinęły się zaczątkowe mechanizmy termoregulacji, które u ich współczesnych potomków — ptaków i ssaków — doprowadziły do pełnej stałocieplności), to czy taki terapsydowy „człowiek" nie powstałby o wiele wcześniej. Przecież sukces dinozaurów poniekąd wstrzymał ewolucję ssaków, „zamrażając" ją na sto pięćdziesiąt milionów lat. To prawda, z przypadkowych powodów dinozaury wymarły i zaraz potem przyspieszyła ona w niezwykle spektakularny sposób, więc najwyraźniej już wcześniej w ssakach tkwił odpowiedni potencjał. Ale czy to znaczy, że człowiek mógł wyewoluować już w kredzie, gdyby historia potoczyła się inaczej? A może powstał jednak w czasie, który sam w sobie był niezwykły i powstaniu tak dziwnej istoty sprzyjał? Jeśli tak, wcześniejsze wyginięcie dinozaurów niewiele by tu zmieniło. Takich pytań można stawiać wiele, odnosząc je właściwie do wszystkiego, co łączy się z naszymi dziejami. Intuicja podpowiadająca, że wszędzie znajdziemy coś dziwnego, może oczywiście czasem nas zwodzić, ale skoro już ją akceptujemy, warto przyjrzeć się naszej ewolucji z możliwie szerokiej perspektywy, zwracając uwagę na wszelkie jej osobliwości, w tym czas powstania naszego gatunku, miejsce, w którym się narodził, i wreszcie rozwój całej naszej linii rodowej.

Człowiek powstał w czwartorzędzie, nie w kredzie, a czwartorzęd, zwany też epoką lodową, był wyjątkowym okresem w dziejach Ziemi. Nie był to może, jak kiedyś uważano, jedyny okres zlodowaceń w historii naszej planety, ale epoki takie były rzadkie, nieporównanie rzadsze od ciepłych okresów, takich jak kreda. Czwartorzęd zaś, jak wiele wskazuje, wyróżniał się wyraźnie na ich tle. Przyjrzymy się temu bliżej w Rozdziale 6.

Człowiek powstał też w Afryce, zapewne wschodniej, a nie — jak kiedyś sądzono — w Azji lub Europie. Oczywiście każdy gatunek gdzieś musiał się narodzić, ale warto się zastanowić, czy może w Afryce Wschodniej nie było czegoś szczególnego, czego nie ma na innych kontynentach ani na innych obszarach samej Afryki. Tym problemem zajmiemy się w Rozdziale 5.

Zostaje jeszcze nasza linia rodowa. Warto prześledzić jej dzieje, bo i tam mogą kryć się jakieś niespodzianki. W dziejach hominidów zdarzały się różne nieoczekiwane zwroty, jak choćby zejście z drzew na sawannę, a było to doprawdy wydarzenie niezwykłe — wyjście z bezpiecznego środowiska prosto (i niemal dosłownie) w paszczę lwa. W przypadku dinozaurów takie zejście nie wchodziło raczej w rachubę, choćby dlatego, że nie było chyba nadrzewnych dinozaurów odpowiednich rozmiarów, a i Russellowski *Stenonychosaurus* był stworzeniem naziemnym i mieszkańcem otwartych przestrzeni. Takich zwrotów, jak się okazuje, było więcej, znacznie więcej niż w innych liniach rodowych. Warto więc przyjrzeć im się uważnie i to sięgając możliwie jak najgłębiej w przeszłość. Nasza historia nie zaczęła się wszak wraz z pierwszym hominidem na Ziemi.

Cofnijmy się więc do początków, do czasów, gdy nasz odległy przodek był… nie, nie prymitywną małpą, ale robakiem. Zapraszam na Spotkania z Przodkami.

[1] Jego autorstwo przypisuje się Carlowi Saganowi, który w książce *Kosmos* napisał: „Nic z tego, co wiem, nie przeczy tezie, że obca cywilizacja odwiedza Ziemię w co drugą środę, ale też nie ma żadnych dowodów, które wspierałyby tę pociągającą hipotezę. To nadzwyczajne twierdzenie nie jest poparte przez nadzwyczajne dowody". [Reguła ta nawet określana bywa czasem mianem „standardu Sagana". Sam Sagan w jednym z wywiadów przyznał, że inspirował się (na co skądinąd nietrudno wpaść) słynnym tekstem Hume'a o cudach — przyp. red.].

[2] Pomagał mu też ojciec, Louis Alvarez, laureat Nagrody Nobla w dziedzinie fizyki za badania nad izotopami, które zresztą zainspirowały syna do zajęcia się tym tematem.

[3] To dobre określenie w tym przypadku. Przypomina mi się obraz, jaki widziałem w którymś z muzeów. Podpis brzmiał: *Diabeł i anioł. Obie postaci naturalnej wielkości*.

[4] Russell, D.A., Séguin, R., *Reconstructions of the small Cretaceous theropod* Stenonychosaurus inequalis *and a hypothetical dinozauroid*, „Syllogeus", nr 37, 1982.

Rozdział drugi

Potomkowie zwycięzców

Pierwsze pytanie, na jakie musimy sobie odpowiedzieć, to od kiedy tę naszą linię rodową liczyć. *Homo sapiens*, tak jak każdy inny gatunek, ma za sobą cztery miliardy lat ewolucyjnej historii. Z miliardów gatunków, jakie żyły ongiś na Ziemi, pozostała do dziś tylko garstka (choć i ta „garstka" to dziesięć, a może nawet sto milionów gatunków!), a ze wszystkich linii rodowych przetrwały bardzo nieliczne.

Większość stworzeń, jakie narodziły się na tej planecie, wymarła bezpotomnie. Wszyscy dziś żyjący należą do gatunków, których przodkowie przetrwali nawet największe katastrofy: kolizje Ziemi z kometami, zlodowacenia, gigantyczne erupcje wulkanów, zatrucia atmosfery, kwaśne deszcze i wszelkie inne plagi, jakie spadały na naszą planetę. Wszyscy są też — muszą być! — potomkami osobników, które pozostawiły po sobie potomstwo. A to nigdy nie było łatwe.

Jesteśmy więc potomkami zwycięzców, tych, którzy najlepiej sobie radzili w życiu. Zostaliśmy wyselekcjonowani spośród najlepszych z najlepszych i to może być powodem jeśli nie dumy, to na pewno satysfakcji. Mamy najlepsze geny, najlepsze cechy, najsprawniejsze mózgi — inaczej byśmy nie przetrwali. I mamy najlepszych przodków, bo ci, co mieli gorszych, już dawno wymarli.

W tym sensie i my, i wszyscy, którzy żyją dziś na Ziemi, jesteśmy wybrańcami. Trudno powiedzieć, ile czasu musiało upłynąć i ile się musiało zdarzyć, by wyselekcjonować te wszystkie geny (i cechy), które stworzyły tak niezwykły gatunek jak człowiek, ale na pewno ten czas musiał być długi i bardzo bogaty w wydarzenia. Patrząc w naszą przeszłość, nie możemy oczywiście zajmować się każdym z naszych przodków i wszystkimi wydarzeniami, jakie im towarzyszyły. Musimy wybierać. Ale kogo? I na co zwracać uwagę? Wyruszając w tak daleką (w czasie i przestrzeni) podróż, dobrze mieć pod ręką biegłego przewodnika, bo zawsze, zwiedzając egzotyczne kraje, warto korzystać z doświadczeń innych podróżników, którzy już tam byli i którzy znają ich historię i geografię. Takim przewodnikiem będzie dla nas piękna i głęboko przemyślana książka Richarda Dawkinsa *Ancestor's Tale. A Pilgrimage to the Dawn of Life* [*Opowieści przodków. Pielgrzymka do początków życia*]; jedna z nielicznych w jego dorobku, która nie doczekała się polskiego przekładu. Będzie to swego rodzaju wirtualna pielgrzymka do źródeł, wędrówka w czasie wzdłuż brzegów „rzeki genów", by odwołać się do jednej z licznych metafor tego autora. Zaczynajmy.

Każdy współczesny gatunek ma za sobą równie długą historię i każdy mógłby się w taką pielgrzymkę „do źródeł" wybrać. Całe ziemskie życie jest spokrewnione, bo wszystkie gatunki wywodzą się od wspólnego przodka, od którego wszystko się zaczęło. Możemy tak twierdzić nie dlatego, że tak być musiało — na innej planecie jakaś inna biosfera może być wynikiem wielokrotnych biogenez i wywodzić się od różnych przodków (można nawet spekulować nad istnieniem alternatywnych biosfer na Ziemi)[1] ale dlatego, że tak wynika z faktów, głównie z jedności biochemicznej wszystkich znanych nam żywych istot (kodu genetycznego, aminokwasów, chiralności[2] DNA i białek, etc.). Stopień tego pokrewieństwa możemy mierzyć odsetkiem genów (czy raczej sekwencji DNA) współdzielonych z innymi gatunkami. Im pokrewieństwo jest bliższe, tym więcej wspólnych genów — bo te przekazywane są z pokolenia na pokolenie, czasem bez zmian nawet przez miliony lat. Z szympansami np. mamy ok. 98,8 procenta wspólnych genów (to zależy od sposobu liczenia), a nasze linie rozeszły się od czterech do sześciu milionów lat temu. Z gorylem pokrewieństwo jest mniejsze (98,4 procenta), z orangutanem jeszcze mniejsze (96,9 procenta), z kotem to ok. 90 procent, z krową — 80 procent, z myszą — 75 procent, a z musz-

ką owocową — 60 procent i tak poprzez banany (40 procent) aż po bakterie, z którymi też mamy sporo wspólnych genów[3]. Możemy więc sobie za Dawkinsem wyobrazić, że przedstawiciele każdego ze współcześnie żyjących gatunków wyruszają jednocześnie na pielgrzymkę, w górę swych linii rodowych. Po jakimś czasie muszą się spotkać — tym wcześniej, im bliżej są spokrewnieni.

Po drodze, jeszcze przed tym spotkaniem, każdy z pielgrzymów napotka swych wymarłych przodków, po których pozostały tylko skamieniałe ślady. My, idąc w górę naszej linii rodowej, spotkamy kolejno naszych coraz starszych bezpośrednich przodków: *H. heidelbergensis*, *H. erectus*, *H. habilis*, *Australopithecus africanus*, *A. afarensis*, *A. anamensis*, *Ardipithecus ramidus* na przykład (mówię „na przykład”, bo nie wiemy, czy nasz korowód przodków akurat tak wyglądał — wokół każdego z tych gatunków trwają spory, wzajemne pokrewieństwo w praktycznie wszystkich przypadkach jest niepewne i tak dalej, ale sam fakt, że *jakiś* tego typu korowód istniał naprawdę, nie budzi wątpliwości).

W naszej podróży trafimy też na wysłanników gatunków, które nie są naszymi bezpośrednimi przodkami, ale należą do bocznych linii, które się od naszej w różnym czasie oddzieliły. Są więc „kuzynami”, takimi jak choćby neandertalczycy, *Australopithecus robustus* czy *A. boisei*. Piszę „choćby”, bo dokładna liczba tych bocznych linii i ich wzajemne powiązania nie są znane, ale — znów — to, że takie boczne i wygasłe obecnie linie istniały, jest pewne. W którymś momencie wędrówki napotkamy na najstarszego hominida, a więc gatunek, od którego wywodzą się wszystkie gatunki z linii naszych bezpośrednich przodków, ale także wszystkie pozostałe, które „po drodze” się od tej linii odłączyły (a potem wymarły, mogąc zresztą wcześniej tworzyć dalsze odgałęzienia). Z definicji ten najstarszy przodek był zarazem pierwszym hominidem, gatunkiem wyjściowym dla całej rodziny człowiekowatych[4]. Przypuśćmy, że był nim wspomniany już *Ardipithecus ramidus* (uosabiany przez słynną Ardi — niemal kompletny, liczący sobie cztery i pół miliona lat okaz z Etiopii, opisany i w pełni zrekonstruowany w roku 2009 niejako dla uczczenia podwójnej rocznicy darwinowskiej: sto pięćdziesiątej ukazania się *O powstawaniu gatunków* i dwusetnej narodzin jej autora). Załóżmy więc, że Ardi — lub, co bardziej prawdopodobne, jakiś podobny do niej i żyjący w zbliżonym czasie gatunek (w takim przypadku Ardi byłaby jednym z bocznych odgałęzień naszej linii), była najstarszym,

a więc pierwszym hominidem na Ziemi[5]. Czy od niej mamy zatem zaczynać naszą historię? Oczywiście nie, bo przecież i ona miała swoich przodków, których linia sięgała dalej w głąb czasu, przez kolejno coraz mniej do niej podobne i coraz bardziej „prymitywne” (w znaczeniu: odleglejsze) formy, aż po najwcześniejsze ssaki z okresu triasowego, potem ich przodków (terapsydy, czyli gady ssakokształtne z permu i triasu), przodków terapsydów, czyli pelikozaury z wczesnego permu, najwcześniejsze gady z karbonu, i wreszcie pierwsze w ogóle kręgowce, które wyszły na ląd w połowie poprzedniego okresu, dewonu. Możemy tę linię ciągnąć dowolnie głęboko w przeszłość, bo przecież nigdzie się ona nie przerywa i musi sięgać aż do najstarszych w ogóle organizmów na Ziemi, które żyły prawie cztery miliardy lat temu. Jak z tego korowodu przodków, ciągnącego się przez nieprzeliczone wieki, wybrać tych nielicznych, którym warto przyjrzeć się bliżej?

Pamiętajmy, że wraz z nami na spotkanie swoich przodków i kuzynów wyruszyły też inne gatunki i każdy odbył równie długą podróż aż do wspólnego spotkania w owym LUCA[6], do którego wszyscy mogą się przyznać i w którym wszyscy mogą widzieć swego najstarszego, bezpośredniego przodka. Pierwsi pielgrzymi, których spotkamy w naszej podróży w przeszłość, zjawiają się pięć do sześciu milionów lat temu i należą do wysłanników współczesnych szympansów (*Pan troglodytes*) i bonobo (*Pan paniscus*), których drogi zeszły się wcześniej, około dwóch milionów lat temu, więc na spotkanie z nami dotarli już jako przedstawiciele wszystkich żyjących dziś i wymarłych protoszympansów. Ilu ich było, nie wiadomo, bo filogeneza szympansowatych (panidów) jest poznana znacznie słabiej od naszej i nie znamy właściwie żadnych ich kopalnych przodków, a przecież nie ma żadnego powodu, by sądzić, że ich genealogia jest mniej rozbudowana niż ludzka. Takie szympansie odpowiedniki neandertalczyków, pitekantropów czy australopiteków z pewnością musiały istnieć, tylko ich szczątki nie zostały jeszcze odnalezione[7]. W każdym razie musieliśmy przebyć długą podróż w czasie i spotkać po drodze cały korowód wymarłych gatunków hominidów, by osiągnąć wreszcie punkt (czyli gatunek), w którym po raz pierwszy zeszły się drogi prowadzące od nas i jednego z żyjących dziś gatunków — szympansa. Dotarliśmy więc do wspólnego przodka, który tym różni się od wszystkich napotkanych dotąd gatunków, że — jakkolwiek jest elementem naszej linii rodowej — należy też do linii rodowej szympansów,

ma więc dziś dwie różne grupy żyjących potomków. Ma on więc znaczenie szczególne i dlatego Dawkins nazywa go *współprzodkiem* (*concestor* zamiast *ancestor*). Takich współprzodków będziemy w naszej wędrówce spotykać jeszcze wielokrotnie.

Następny w kolejce pojawia się dość szybko — około siedmiu milionów lat temu dołącza do naszej (wspólnej już z szympansami) linii wysłannik goryli[8]. Potem — po dłuższej przerwie, bo po kolejnych siedmiu milionach lat (znajdujemy się już zatem czternaście milionów lat temu) spotykamy wysłannika dzisiejszych orangutanów, po dalszych sześciu milionach lat (razem to już dwadzieścia) wysłannika kilkunastu gatunków gibonowatych, później ta liczbowa asymetria zwiększa się bardzo szybko, w miarę jak dołączają do naszej karawany wysłannicy wszystkich małp Starego Świata (zarówno człekokształtnych, jak i zwierzokształtnych), wszystkich ssaków łożyskowych, wszystkich czworonogów (tetrapodów), wszystkich kręgowców, wszystkich zwierząt tkankowych (Bilateria), wreszcie wszystkich w ogóle zwierząt (Animalia) i tak dalej, aż w końcu docieramy do LUCA, a może i do samych narodzin życia na Ziemi, kiedy zbiegają się wszystkie linie rodowe.

Kategoria „współprzodka” ma dla nas znaczenie szczególne, gdyż koncentrując się na niej, możemy badać, czy linia prowadząca do człowieka istotnie wyróżniała się czymś szczególnym. Każdy z tych kolejno coraz starszych współprzodków ma bowiem jedną ważną dla nas cechę — z jednej strony zawsze jest przodkiem tylko jednego współczesnego gatunku (*Homo sapiens*), z drugiej rosnącej z czasem liczby żyjących gatunków: od dwóch, gdy mowa o współprzodku naszym i szympansów, po dziesiątki, setki (w przypadku człowieka i wszystkich pozostałych naczelnych), aż po miliony, gdy dotrzemy do pierwszych w ogóle zwierząt na Ziemi (do czego zresztą wystarczy cofnąć się zaledwie o pół miliarda lat). Wśród nich właśnie musiał przecież żyć gatunek, którego bezpośrednimi potomkami są z jednej strony ludzie, z drugiej — wszyscy inni współcześni przedstawiciele Animalia.

Skupienie się na współprzodkach ma jeszcze jedną zaletę — jest ich bardzo mało. W ciągu tych nieco ponad pięciuset milionów lat, jakie upłynęły od czasu tzw. rewolucji (albo eksplozji) kambryjskiej, żyło ich dokładnie dwudziestu sześciu, a od początku życia na Ziemi, czyli przez prawie cztery miliardy lat, niewiele więcej — czterdziestu. To zaskakujące stwierdzenie,

bo przecież wiemy, że z każdym z żyjących dziś gatunków mieliśmy kiedyś wspólnego przodka, więc można by oczekiwać, że skoro dziś żyją miliony gatunków, to i tych wspólnych przodków powinno być bardzo dużo. Ten pozorny paradoks wynika z faktu, że z każdym kolejnym współprzodkiem liczba „obsługiwanych" przez niego gatunków potomnych rośnie lawinowo — gdy patrzymy na rozłożyste drzewo, to widzimy w koronie nieogarnioną liczbę małych gałązek, ale schodząc w dół, natykamy się na coraz mniej wielkich konarów, aż dochodzimy do miejsca, gdzie rozchodzą się tylko dwa, czyli do punktu, w którym schodzą się „linie" prowadzące do wszystkich bez wyjątku gałązek.

Cienie zapomnianych przodków

Czas poznać już naszych bliższych i dalszych (współ)przodków. Zacznijmy tym razem „od dołu", czyli zgodnie z ich chronologicznym pojawianiem się na Ziemi. Naszą podróż rozpoczniemy zatem w okolicach rewolucji kambryjskiej, bo to wtedy właśnie, dokładnie 543 miliony lat temu, dosłownie w geologicznym okamgnieniu (choć to mgnienie ewolucyjnym okiem trwało parę, a może nawet parenaście milionów lat!) pojawiły się wszystkie duże grupy (typy) zwierzęce istniejące do dziś. Żaden inny typ zwierząt potem już nie powstał, żaden też nigdy ostatecznie nie wymarł. Choć ci odlegli przodkowie w niewielkim stopniu przypominają swoich współczesnych potomków, to na najbardziej podstawowym poziomie świat z początków kambru nie różni się od dzisiejszego, za to w niczym prawie nie przypomina tego, który istniał zaledwie kilka milionów lat wcześniej. W kambrze wszystko się zmieniło i wszystko się zaczęło — dlatego właśnie geologowie mówią o rewolucji i dlatego też ten „moment" jest najważniejszą cezurą w dziejach życia. W największym uproszczeniu całą historię życia na naszej planecie możemy podzielić na dwie wielkie super-ery: *prekambr* (obejmujący wszystko, co było przed eksplozją kambryjską) i *fanerozoik*, czyli okres jawnego (bo zapisanego w postaci skamieniałości) życia. Wszystkie inne podziały, a więc ery (takie jak paleozoik, mezozoik i kenozoik), okresy (kambr, dewon czy kreda), piętra (fran czy famen w dewonie lub mastrycht w kredzie), a wreszcie poziomy i jeszcze drobniejsze podziały, to już tylko coraz dokładniejsze uściślenia w obrębie tych dwu super jednostek.

Co wydarzyło się w tym przełomowym momencie dziejów? Mówiliśmy, że wtedy „pojawiły się” wszystkie istniejące do dziś typy zwierząt. Istotnie, tak wynika z zapisu kopalnego. Już w najstarszych osadach kambryjskich znajdujemy niezliczone ilości skamieniałych szczątków zwierząt morskich (lądy jeszcze długo pozostaną paleontologicznie nieme), ale gdy schodzimy w dół (do prekambru), wszystkie nagle znikają. Ta granica jest tak ostra i niespodziewana, że dawnym geologom istotnie wydawało się, jakby świat ożywiony został wtedy stworzony. Darwin widział w tym wielkie zagrożenie swej teorii. Jak pisał,: „Ta sytuacja [nagłe pojawienie się skamieniałości kambryjskich] musi na razie pozostać niewyjaśniona […], a może też w istocie stanowić poważny argument przeciw przedstawionym tu poglądom [na temat ewolucji]”. Darwin rzecz jasna nie sądził, że życie zostało wtedy stworzone. Uważał raczej, że powstało dużo wcześniej, ale jego ślady nie zachowały się do naszych czasów. Dlaczego? Próbując zrozumieć paradoks tej „rewolucji”, spekulował między innymi, że być może wcześniejsze oceany były zupełnie inne niż dziś, np. głębsze i pozbawione rozległych szelfów, więc nie stwarzały warunków do rozwoju życia zwierzęcego, które koncentruje się właśnie na płytkich szelfach (głębie oceaniczne przez długi czas uważano za strefę *azoiczną*, czyli całkowicie pozbawioną fauny i flory). Życie mogło też, jak domniemywał, rozwijać się w jakichś ograniczonych i nieznanych miejscach, a w kambrze jedynie opanowało powstałe wtedy szelfy, których osady wraz ze skamieniałościami przetrwały do naszych dni. Również fakt, że ogromna większość skał sprzed kambru została zmetamorfizowana (przetopiona lub przekrystalizowana w wyniku wysokiej temperatury lub ciśnienia), skłaniał wielu wczesnych badaczy do przypuszczeń, że ślady wszelkiego przedkambryjskiego życia zostały po prostu w ciągu tak długiego czasu doszczętnie zatarte. Rewolucja kambryjska, jednym słowem, miała być artefaktem, a nie rzeczywistością — życie „pojawiło się” (ale nie powstało), bo wcześniejszy zapis kopalny został po prostu wymazany.

Dziś sporo z tych zagadek i paradoksów doczekało się wyjaśnienia. Wiemy już, że życie nie „wybuchło” 543 miliony lat temu, ale ponad trzy miliardy lat wcześniej, i wiemy też, że nie wszystkie skały prekambru uległy metamorfizacji. Z drugiej jednak strony pojęcie „rewolucji kambryjskiej” (w czasach Darwina zresztą nieużywane) dziś jest bardziej uzasadnione niż kiedykolwiek, dokładne bowiem datowanie skał tylko uwydatniło nagłość

tego, co się wtedy wydarzyło, i potwierdziło też głębię zmian, jakie się wówczas dokonały.

Najważniejsze z punktu widzenia paleontologii różnice polegają na obecności (później niż 543 miliony lat temu) lub braku (wcześniej) pancerzy mineralnych chroniących ciała zwierząt i na specyfice samych znalezisk. To, co zachowuje się w skałach jako skamieniałości, to niemal w stu procentach pancerze i szkielety mineralne dawnych stworzeń, a nie ich miękkie ciała. Skorupy trylobitów, muszle amonitów, rostra belemnitów czy zęby rekinów tak mają się do samych zwierząt jak zbroje średniowiecznych rycerzy do ich posiadaczy — z tą różnicą, że zbroja dość dobrze oddaje kształt „zamieszkującego ją" rycerza, a pancerz zwierzęcia już niekoniecznie. Zwapniałe pancerze trylobitów, zrzucane okresowo przy każdej lince i ściśle przylegające do ciała zwierzęcia, dość precyzyjnie odzwierciedlają ich (zewnętrzny) wygląd, ale już muszle amonitów, a tym bardziej rostra belemnitów, mówią bardzo niewiele o kształtach i cechach ich właścicieli.

Dlaczego przed kambrem zwierzęta nie miały pancerzy? Z wielu hipotez, które próbują to tłumaczyć, jedna wydaje się szczególnie przekonująca. Funkcją zbroi jest obrona przed atakiem i dokładnie tę samą rolę odgrywają zewnętrzne pancerze u zwierząt; jeśli nie grozi atak, ich produkcja to niepotrzebna, a przy tym bardzo kosztowna ekstrawagancja. Brak prekambryjskich pancerzy może więc wynikać z braku w tych czasach drapieżników, co wyjaśnia też inne osobliwości zwierząt, jakie żyły podówczas na Ziemi. Przyjrzyjmy się zatem bliżej prekambryjskim stworzeniom i spróbujmy odpowiedzieć na dwa nasuwające się w tym miejscu pytania: skąd w ogóle o nich wiemy, skoro z braku mineralnych pancerzy nie mogły po sobie pozostawić żadnych śladów, oraz czy żył wśród nich nasz najstarszy przodek, od którego prezentacji mieliśmy przecież naszą opowieść rozpocząć?

Fauna Ediakaranu, czyli życie przed rewolucją (kambryjską)

Historia odkrywania stworzeń prekambryjskich zaczęła się w latach 30. XX wieku, kiedy na południu Afryki, w Namibii, wrocławski paleontolog Georg Gürich znalazł w tzw. piaskowcach Nama zarysy dziwnych liściastych tworów, które w niczym nie przypominały zwierząt kambryjskich, a były nieco podobne do żyjących współcześnie piór morskich, zaliczanych do parzydełkowców[9]. Nikt nie wiedział, co z nimi zrobić, a że prekambr uważano wciąż za czasy pozbawione życia zwierzęcego, wiek formacji

Nama uznano za kambryjski. Wkrótce po wojnie, w roku 1946, równie zagadkowe odciski jakichś okrągłych lub owalnych płaskich stworzeń o równoległych, jakby segmentowanych odcinkach albo o promienistych podziałach opisał Regg Spriggs, który odkrył je na wzgórzach Ediacara w południowej Australii. Spriggs zaliczył je jednak podobnie jak formy namibijskie do wczesnego kambru. Przełom nastąpił w roku 1957, kiedy to w piaskowcach z Charnwood Forest w Anglii, o niekwestionowanym przez nikogo przedkambryjskim wieku, zostało znalezione i opisane „liściaste" stworzenie — nazwane *Charnia* — bardzo podobne do form z Namibii. Australijski paleontolog Martin Glaessner napisał wówczas pracę, w której dowodził, że podobnie przedkambryjski wiek przypisać trzeba faunie z Ediacara i stworzeniom z Namibii oraz że wszystkie one należały do przedstawicieli znanych typów zwierząt, w szczególności jamochłonów (formy liściaste — piór morskich, formy koliste — meduz, formy promieniste — szkarłupni). W roku 1967 opisano świetnie zachowany zespół odcisków zwierząt z przylądka Mistaken Point na kanadyjskiej Nowej Fundlandii, bardzo przypominających formy z Namibii i Australii. Wreszcie w latach 80. XX wieku najbogatszy i najlepiej zachowany zespół zwierząt ediakarańskich (jak je za Glaessnerem zaczęto nazywać) znaleziony został w północnej Rosji, w mułowcowych osadach nad Morzem Białym. Zważywszy na ogromny rozrzut geograficzny znalezisk, wyraźne podobieństwa morfologiczne tych niezwykłych istot, ich chronologiczną jednorodność (wszystkie występują w skałach osadzonych tuż przed rewolucją kambryjską) i fakt, że ich nagły koniec zdaje się dokładnie zbiegać w czasie z początkiem kambru, wyglądało na to, że są to wszystko ślady jakiejś pierwszej, ogólnoświatowej fauny, która rozwijała się bujnie we wszystkich morzach przez dziesiątki milionów lat i odeszła nagle, wraz z nastaniem okresu kambryjskiego i kambryjskich zwierząt.

Mimo całej różnorodności fauny ediakarańskiej i zróżnicowania zamieszkiwanych przez nią środowisk można wskazać też sporo podobieństw, które każą patrzeć na nią — i jej ekosystem — jako całość. Po pierwsze, przy żadnej z tych form nigdy nie znaleziono niczego, co przypominałoby pancerz, czy w ogóle jakikolwiek szkielet, zewnętrzny lub wewnętrzny. Były to więc wyłącznie miękkie organizmy[10], a tkanki miękkie bardzo rzadko zachowują się w skałach, zwłaszcza tak starych. Wszystkie były płaskie, niemal dwuwymiarowe, choć ich ciała rozdzielały przegrody, dlatego wyglądem przypominały nieco pikowaną kołdrę lub, jak to ładnie wymyślił Adolf Seilacher, niemiecki ekspert od śladów kopalnych, nadmuchiwany materac. Po trzecie, na żadnym z tych dziwnych odcisków nie znaleziono zarysów kończyn, szczęk, narządów zmysłów, niczego, jednym słowem, co pozwalałoby sądzić, że zwierzęta te prowadziły aktywny tryb życia. Po czwarte nie ma śladów przekopywania osadów, czyli bioturbacji, co jest normą we

wszystkich osadach zbiorników (nie tylko morskich) na całym świecie — od kambru do dziś. Po piąte wreszcie — tam, gdzie ze względu na naturę osadów „rozdzielczość" zachowanych śladów jest odpowiednio duża (np. na Nowej Fundlandii i nad Morzem Białym), dostrzec można, że faunie ediakarańskiej towarzyszyły spoczywające na dnie tzw. maty mikrobialitowe, czyli sinicowo-bakteryjne pokrywy, które mogły nawet stanowić rodzaj „żywego dna" ówczesnych mórz i (płytkich) obszarów oceanicznych. To również skończyło się nagle wraz z początkiem kambru i nigdy już nie powróciło — dziś podobne maty spotkać można tylko w ściśle izolowanych miejscach o skrajnych warunkach zasolenia i przy zupełnym braku normalnych zespołów zwierzęcych, czy to na osadzie, czy wewnątrz niego. Najwyraźniej obecność współczesnej fauny wyklucza istnienie mat, a warunki „ediakarańskie" przetrwały tylko tam, gdzie „nowe" zwierzęta mają odcięty dostęp.

Wszystkie te fakty pozwalają zrekonstruować przyczyny, które umożliwiły ediakarańskiemu światu zakwitnąć i później przyniosły mu zagładę. Możemy już też wskazać, gdzie byli wtedy — zarówno przed rewolucją kambryjską, jak i po niej — nasi bezpośredni przodkowie i co się z nimi stało. Świat ediakarański rozwijał się w stosunkowo płytkich morzach: fauna z Ediacara i Namibii zachowała się w osadach piaszczystych złożonych u brzegu przez wielkie rzeki, zwierzęta z Nowej Fundlandii i znad Morza Białego w głębszych zbiornikach z drobnoziarnistym osadem na dnie (dlatego odciski przechowały więcej szczegółów ich budowy). Na świat ten składały się istoty zalegające na dnie (jak *Dickinsonia*) lub zakotwiczone balastem w osadzie i wznoszące liściaste ciała ku górze (jak *Charnia*; niektóre okrągłe twory, interpretowane dawniej jako meduzy — ze względu na ich pospolitość nazywano nawet te czasy Wiekiem Meduz — okazały się później takimi właśnie „kotwicami") i wiodące spokojny żywot, w którym nie było miejsca na morderczy „wyścig zbrojeń" miedzy myśliwymi a ich ofiarami.

Interpretacja świata istot ediakarańskich jest tak trudna, bo zarówno one same, jak i ich środowiska nie przypominają w niczym dzisiejszych ekosystemów. Dyskusje trwają od lat, a rozrzut zgłaszanych pomysłów (od przedstawicieli wymarłego królestwa organizmów, przez przodków współczesnych typów zwierzęcych, po… porosty) najlepiej pokazuje, z jak dziwną materią mamy do czynienia. Cytowany już Adolf Seilacher uważa, że podo-

bieństwa wszystkich tych istot (zwłaszcza płaskie ciała, „pikowana” budowa i brak oznak ruchliwości) przeważają nad różnicami i proponuje zaliczyć wszystkie do odrębnego typu zwierzęcego świata, który nazwał Vendozoa („zwierzęta wendyjskie”; wend to rosyjski synonim ediakaranu[11]), a potem i do odrębnego królestwa organizmów Vendobionta. Takie rozwiązanie równa się przyznaniu, że tak dziwne istoty, którym brak właściwie wszelkich zwierzęcych atrybutów, stanowią przejaw zupełnie innego ewolucyjnego eksperymentu, który nie ma (i od kambru nie miał) żadnych odpowiedników i nie jest genetycznie związany z późniejszymi zwierzętami. Poszukiwanie naszych praprzodków wśród któregokolwiek z ediakarańskich stworzeń nie miałoby więc sensu. Podążając tym tropem, amerykański paleontolog Mark McMenamin przyrównał świat istot ediakarańskich do Rajskiego Ogrodu — świata bez ofiar i prześladowców, ale i bez żądz i namiętności, niejako trzecią drogę ewolucji opartą na istotach żyjących w symbiozie z sinicami i bakteriami chemicznymi, która to droga, jak pisał w książce *Garden of Ediacara* [*Ogród Ediacara*], gdyby nie ów tak fatalny dla niej obrót spraw pod koniec prekambru, mogłaby z czasem doprowadzić do powstania wysoko rozwiniętych, może nawet inteligentnych „obcych na Ziemi” („obcych”, bo tak niepodobnych do wszystkiego, co znamy). I on więc uważał, że przodka człowieka — oraz wszystkich współczesnych zwierząt — nie ma co szukać wśród „fauny z Ediacara”.

Nie wszystkie istoty ediakarańskie żyły jednak zapewne w ten sposób i nie wszystkie też chyba były ślepymi i niemymi świadkami ówczesnego świata. W ostatnich latach opisano wiele form znad Morza Białego, które zaliczono do wspólnego typu zwierząt Proarticulata. Ta nazwa („przedczłonowce”) sugeruje, że te segmentowane, nagie istoty mogły poprzedzać kambryjskie stawonogi, a niektóre odciski ich ciał wskazują, że potrafiły poruszać się powoli po dnie, zdrapując porastające osad maty sinicowo-bakteryjne. Na niezwykle dokładnych odciskach widać też ślady narządów wewnętrznych, w tym rozgałęziających się przewodów, którymi mógł być rozprowadzany pokarm. Z pewnością nie były one jednak demonami szybkości, a i zakres odbieranych przez nie bodźców musiał być nad wyraz wąski. Większość w każdym razie ani budową, ani trybem życia, ani rozwojem osobniczym i środowiskiem nie przypominała niczego, co zaczęło się w kambrze i trwa do dziś.

Koniec ediakaranu — podobnie jak natura ediakarańskich zwierząt — to jedna z największych zagadek nauk o Ziemi. Stało się to tak szybko, przyniosło tak zasadniczą przebudowę ziemskiej biosfery i wreszcie tak gwałtownie i szeroko otworzyło drzwi do naszego (fanerozoicznego) świata, że pobudziło wielu badaczy do tworzenia śmiałych scenariuszy. Kres dawnego świata zbiegł się z powstaniem pierwszych nowoczesnych zwierząt o budowie dwubocznej (Bilateria) i ze związanymi z tym wynalazkami aktywnego ruchu, drapieżnictwa i narządów zmysłów, które zapoczątkowały „wyścig zbrojeń" między jedzącymi i zjadanymi. Wcześniej czegoś takiego nie było i nic w tym dziwnego — trudno się ścigać, nie mogąc ruszyć z miejsca i nie wyczuwając nawet obecności innych zawodników.

Po czym można poznać, że to ten właśnie fragment profilu geologicznego, który odsłania zarówno warstwy prekambryjskie, jak i kambryjskie, ukazuje ową niewidzialną, ale dramatyczną granicę w dziejach życia? Skamieniałości szkieletowe, zwłaszcza w tak starych skałach, zachowują się bardzo rzadko (a tym bardziej gdy brak szkieletów…), ale jest jeszcze jedno źródło wiedzy o dawnym życiu, które nie wysycha nawet wtedy, gdy nie ma ani pancerzy, ani warunków do zachowania miękkich ciał — to *bioturbacja*. Osad na dnie morza od samych początków fanerozoiku dosłownie roi się od zwierząt kopiących nory, ryjących korytarze, zagrzebujących się lub poruszających po powierzchni (i tak jest też dzisiaj). Cała ta armia kopaczy, nieustannie poszukujących schronienia i pożywienia, stanowi rodzaj zbiorowego, ogólnoplanetarnego biobuldożera przeorującego osady na dnie wszystkich mórz (a od końca paleozoiku również glebę na lądach). Efektem jego pracy jest zaburzenie struktury osadu, który traci swą warstwową, regularną budowę i ulega homogenizacji. Tymczasem od narodzin życia na Ziemi aż do końca ediakaranu, czyli przez parę miliardów lat, osady na dnie mórz nie ulegały bioturbacji i powstanie fauny ediakarańskiej nic tutaj nie zmieniło. Ślady tych stworzeń mogły się zachować, bo osad, który nie był niszczony, a wręcz został dodatkowo wzmocniony przez sztywne, choć plastyczne „żywe dno", przechował odciski istot stanowiących jego integralną część. Ale 543 miliony lat temu zdarzyło się coś dziwnego — na spokojne dotąd dno oceanów wjechały biologiczne koparki. Ich pierwsze i od razu bardzo liczne ślady sygnalizowały wkroczenie na scenę życia nowych aktorów i zarazem odejście tych, którzy wcześniej przez dziesiątki milionów lat ją zajmowali. Wśród tych nowych postaci znalazł się nasz najstarszy zwie-

rzęcy przodek (nr 26) i to on oraz jemu podobni przynieśli zagładę ediakarańskiemu światu.

Kim był? Dawkins tak go opisuje: „Miał długie ciało złożone z seryjnie powtarzanych części (segmentów), z głową na jednym końcu, biegnącym przez całe ciało przewodem pokarmowym i odbytem na drugim końcu. Głowa zaopatrzona była w otwór gębowy, być może otoczony wieńcem czułków wspomagających pobieranie pożywienia. Możliwe też, że to stworzenie posiadało już oczy". Jego wiek Dawkins szacuje na 590 milionów lat, lokuje go zatem u początków ediakaranu i umieszcza na osadzie, głównie zresztą po to, by łatwiej przedstawić go na ilustracji. Nazywa go też „robakiem" (*worm*), określeniem, które nie figuruje już w formalnej nomenklaturze taksonomicznej, ale wciąż funkcjonuje w języku potocznym[12]. Słowo „robaki" w naukowej polszczyźnie właściwie całkowicie zanikło (spotkać je jeszcze można jako synonimy obleńców i płazińców: robaki obłe i płaskie), ale w angielskim używane jest powszechnie w odniesieniu do wielu typów prymitywnych zwierząt — pierścienic (Annelida, *segmented worms*), szczecioszczękich (Chaetognatha, *arrow worms*), wieloszczetów (Polychaetae, *bristle worms*) pratchawców (Onychophora, *velvet worms*), niezmogowców (Priapulida, *penis worms*) i wielu innych. Ta ogromna mnogość typów zwierzęcych ujmowanych pod nazwą robaków w konserwatywnej pod względem językowym — i nie tylko — angielszczyźnie odzwierciedla fakt ich znacznego podobieństwa, zarówno anatomicznego jak behawioralnego, a także — zapewne — wspólnego pochodzenia, wszystkie one wywodzą się bowiem od owego współprzodka nr 26, żyjącego pod koniec prekambru i wykazującego pewne charakterystyczne cechy, które zdecydowały o jego i jego potomków sukcesie. A także o porażce zwierząt ediakarańskich.

Mówiąc w największym skrócie, te pierwotne „robaki" były zwierzętami prowadzącymi aktywny tryb życia, to znaczy były zdolne do poruszania się w określonym kierunku i regularnie przekopywały osad na dnie morza w poszukiwaniu źródeł pożywienia lub/i schronienia. Efektem tego nowatorskiego (w stosunku do zwierząt ediakarańskich) trybu życia była postępująca bioturbacja osadu, która pod koniec prekambru uległa gwałtownemu przyspieszeniu, co ostatecznie doprowadziło do zagłady ediakarańskiego świata i otworzyło drogę rewolucji kambryjskiej. Tryb i środowisko życia wczesnych robaków znalazły odbicie w budowie i symetrii ich ciał. Były to stworzenia silnie wydłużone, z głową, otworem gębowym i narządami zmy-

słów z przodu, przewodem pokarmowym w środku i odbytem na końcu ciała, miały też zaczątkowe układy krążenia i nerwowy oraz pakiety mięśni umożliwiających ruch. Ich budowa była segmentowa, czyli zbudowane były z powtarzających się wzdłuż osi przód/tył odcinków. Nie miały kończyn, a poruszały się dzięki wyginaniu ciała i ruchom perystaltycznym (nie przypadkiem zwanymi „ruchami robaczkowymi"). O ile dwie osie ciała (przód–tył i góra–dół) wpływają w istotny sposób na charakter bodźców docierających do organizmu, bo te różnią się zależnie od kierunku ruchu oraz grawitacji i światła, to trzecia oś (lewo–prawo) jest pod tym względem całkowicie neutralna. Nie ma żadnego powodu, by stale oczekiwać innych bodźców nadchodzących z lewej lub prawej strony ciała. Stąd dwuboczna symetria tych okrągłych lub lekko spłaszczonych w przekroju istot i stąd też nazwa: Bilateria, nadana tym pierwszym aktywnym zwierzętom i wszystkim ich potomkom, z człowiekiem włącznie. Taka symetria jest następstwem sposobu życia, jaki „wybrał" nasz najstarszy przodek ponad pół miliarda lat temu. Jeśli mamy dziś dwoje oczu, dwoje uszu, dwie pary kończyn i, ogólnie, taką samą lewą i prawą stronę ciała, jest to wynik ewolucyjnego „wyboru" dokonanego przez naszego robakowatego przodka żyjącego w oceanicznym mule pięćset milionów lat temu!

Naszą historię rozpoczynaliśmy zatem w osadzie na dnie oceanu, gdzie żyliśmy na modłę robaków („Jesteśmy zmodyfikowanymi robakami", podsumowuje Dawkins w *Opowieściach przodków*) wraz z wieloma innymi pokrewnymi nam istotami, które swe robakowate cechy i tryb życia zachowały (niektóre po wyjściu na ląd zmieniły tylko osad oceaniczny na odpowiadającą mu warstwę gleby). Dziś te „robaki" rozdzielono na odrębne typy, często o nazwach zupełnie egzotycznych dla laików, ale wiele podobieństw, zarówno budowy, jak i sposobów (oraz środowisk) życia przetrwało. Inne typy zwierzęce, jak stawonogi, mięczaki, szkarłupnie lub strunowce robakami już z pewnością nie są, ale i one wywodzą się od robakokształtnych przodków albo wciąż mają takich żyjących robakowatych reprezentantów[13]. W takim ujęciu „robakami" są nawet niektóre z obecnie żyjących kręgowców, choćby kopiące podziemne korytarze, beznogie płazy (marszczelcowate), wyglądem i trybem życia łudząco podobne do dżdżownic. Tak silna reprezentacja „robaków" we współczesnej faunie (i jeszcze liczniejsza w wymarłej) to kolejny dowód, że wszyscy kiedyś byliśmy robakami i że wielu z „nas" wciąż nimi pozostało. To ważne, bo świadczy, że ten tryb ży-

cia (i budowy ciała) był — i nadal jest — jednym z najbardziej udanych i trwałych rozwiązań ewolucji, a „my” byliśmy jego beneficjentami przez długi czas. I z pewnością wiele odziedziczyliśmy po tych naszych przodkach.

Jak długi był to czas? Skoro już we wczesnym kambrze występują przedstawiciele wszystkich typów zwierzęcych, to musieli oni przejść przez stadium „robakowe” wcześniej, co najmniej w czasach ediakarańskich lub nawet jeszcze dawniej. Są dwie szkoły myślenia na ten temat. Wedle jednej eksplozja kambryjska była realnym faktem i wszystkie typy zwierzęce powstały bardzo szybko (w ciągu, powiedzmy, dziesięciu czy najwyżej kilkunastu milionów lat), tuż przed końcem ediakaranu; przedstawiciele drugiej natomiast, opierając się na wskazaniach zegara molekularnego, uważają, że współprzodek wszystkich Bilateria narodził się kilkadziesiąt lub nawet kilkaset milionów lat wcześniej, być może tuż po ustąpieniu największego w dziejach zlodowacenia[14]. Niezależnie od tego, kto ma rację (ta druga wersja, choć pewnie nie w najskrajniejszej formie, wydaje się bardziej prawdopodobna), przez wiele milionów lat przodkowie człowieka (i wszystkich innych Bilateria) żerowali w (i na) osadzie dennym, co zresztą nierzadko czynią do dziś. Świat współczesny, tak jak świat całego fanerozoiku, wciąż można podzielić z grubsza na „robaki” i całą resztę. Ta reszta, do której i my należymy, to formy, które robakami być przestały. U zarania fanerozoiku znaleźliśmy się na linii, która zaczęła eksperymentować z ewolucyjnymi nowinkami, i tak „nam” pozostało, aż do naszego słynnego zejścia z drzew na sawannę.

[1] O jednej z takich egzotycznych ziemskich biosfer pisze Thomas Gold w książce *The Deep Hot Biosphere*, (Nowy Jork, 1999), ale jej egzotyka sprowadza się do stylu życia jej organizmów („skałożerność") i miejsca (w litosferze, głęboko pod powierzchnią), a nie odrębnego pochodzenia. Są też jednak koncepcje postulujące istnienie na Ziemi „biosfery cieni", złożonej z hipotetycznych nanorganizmów i wywodzącej się od innego, wcześniejszego aktu biogenezy, bazującego — być może — na odmiennej biochemii i różnym metabolizmie od naszego. Choć samych nanorganizmów nie udało się dotąd zidentyfikować, to przejawy ich istnienia mogą — przynajmniej zdaniem nielicznych zwolenników tej koncepcji — być dość powszechne i występować nawet wewnątrz naszych ciał, pod postacią kamieni nerkowych. Zob. np. Paul Davies, *Are Aliens Among Us?*, „Scientific American", listopad 2007.

[2] Chiralność to tyle, co skrętność — lewo lub prawo. Lewo- i prawoskrętne cząsteczki DNA, aminokwasów oraz węglowodanów mają identyczne właściwości chemiczne, ale nie mogą się zastępować, stąd powszechność występowania lewoskrętnych cząsteczek DNA i aminokwasów oraz prawoskrętnych węglowodanów.

[3] Różne wyniki pomiarów proporcji wspólnych genów, jakie można spotkać w literaturze, wynikają po części z doskonalenia metod badawczych, ale bardziej jeszcze z różnic dotyczących tego, co się mierzy. Np. często podawana wielkość 1,2% różnic między człowiekiem i szympansem odnosi się do porównania sekwencji „liter" A, C, G i T w obrębie tych samych (homologicznych) genów u człowieka i szympansa, a funkcjonalne geny to tylko drobny ułamek całego genomu. Porównując całe genomy bierzemy też pod uwagę znacznie większe odcinki DNA, które blokowo ulegały wymazaniu (delecji), zdwojeniu (duplikacji) lub wpisywaniu w innych miejscach (insercji), a także geny, które u jednego lub drugiego gatunku się degenerowały i przestawały pełnić swe funkcje (tzw. psudogenizacja). Gdy tak porównamy genomy obu gatunków otrzymane różnice będą znacznie większe, rzędu 4–6 procent.

[4] Tu i wszędzie w tej książce będę używał tradycyjnej nazwy (i klasyfikacji) naczelnych, wedle której hominidy (= człowiekowate) stanowią rodzinę człowieka i wszystkich jego dwunożnych przodków, odrębną od szympansa (i jego przodków), goryla, orangutana itd. Dziś częściej można spotkać w odniesieniu do tak zdefiniowanej grupy określenie homininy (w randze podrodziny) — rodzina hominidów obejmuje wówczas wszystkich żyjących i kopalnych przedstawicieli wielkich małp człekokształtnych, czyli człowieka, szympansa, goryla i orangutana. Ponieważ tradycyjnie pojmowane hominidy zadomowiły się już w polszczyźnie, używanie tego pojęcia w zupełnie innym znaczeniu przynosi, moim zdaniem, w literaturze popularnonaukowej więcej szkody niż pożytku, zwłaszcza że systematyka naczelnych wciąż się zmienia.

[5] W takim przypadku Ardi byłaby — z definicji — również najstarszym przedstawicielem rodziny szympansowatych. Do tej kwestii jeszcze powrócimy.

[6] LUCA (nawiązanie do innego praprzodka — Lucy, jest zupełnie celowe) to akronim od słów Last Universal Common Ancestor, czyli *ostatni uniwersalny wspólny przodek*. Zgodnie z logiką tego wywodu powinien to być pojedynczy gatunek, od którego rozchodzą się wszystkie linie prowadzące do współczesnych lub żyjących w przeszłości gatunków, ale jest to uproszczenie. W rzeczywistości u takich najprostszych istot pojęcie gatunku staje się coraz bardziej umowne, głównie dlatego, że u wczesnych rozmnażających się bezpłciowo form (typu bakterii) na dużą skalę zachodzi poziomy transfer genów (pomiędzy niespokrewnionymi osobnikami), więc bariery międzygatunkowe są nietrwałe.

[7] Poza niedawno odkopanymi w Kenii bardzo fragmentarycznymi zębami sprzed ok. 540 tysięcy lat, które są bardzo podobne do współczesnych, choć większe. Inna sprawa, że wedle jednej z fascynujących koncepcji, którą bliżej poznamy w rozdziale 7., niektóre z dobrze nam znanych „hominidów” mogły być w istocie przodkami szympansów, nie ludzi…

[8] Dwie współczesne populacje: goryle zachodnie (nizinne) i goryle górskie to wedle różnych opinii albo podgatunki gatunku *Gorilla gorilla* albo dwa różne gatunki: *Gorilla gorilla* i *G. beringei*, do których rozdzielenia doszło pół miliona do miliona lat temu.

[9] W języku potocznym znacznie częściej pojawia się — niezupełnie tożsama — nazwa „jamochłony”.

[10] Choć wzmocnione zapewne tzw. szkieletem hydraulicznym — płynami wypełniającymi przestrzenie między przegrodami ciała.

[11] Dziś ediakaran (lub wend) to ostatni z formalnie uznanych okresów w obrębie jednej z kilku er prekambru — neoproterozoiku.

[12] Typ zwierzęcy Vermes (robaki) wprowadził do naukowego obiegu Linneusz w swej *Systema naturae* na określenie prymitywnych zwierząt bezkręgowych znajdujących się „poniżej” stawonogów na skali życia. Autor pierwszego systemu ewolucyjnego, Jean Baptiste Lamarck, pracował w Departamencie robaków w paryskim Jardin du Roi. Ostatnia książka Darwina *The Formation of Vegetable Mould through the Action of Worms* (1881) poświęcona była w całości robakom (dżdżownicom — *earthworms*); wykazał w niej, że wierzchnia warstwa gleby na całym świecie przechodzi co dwadzieścia lat przez przewody pokarmowe tych niepozornych istot, stanowiących potężną siłę geologiczną. A osad morski podlega działaniu nieporównanie większej liczby różnorodnych „robaków”…

[13] Lub mają robakowate larwy, jak choćby gąsienice wielu owadów.

[14] Które objęło praktycznie całą Ziemię (to hipoteza zwana Snowball Earth, czyli ziemskiej kuli śniegowej), trwało kilkadziesiąt milionów lat i zakończyło się około sześciuset milionów lat temu.

Rozdział trzeci

Album rodzinny

Współprzodek 26. zaopatrzony jest u Dawkinsa w parę oczu. To ważne, bo jednym z wyróżników wielu grup zwierząt kambryjskich był właśnie rozwinięty zmysł wzroku. Kolekcjonerzy skamieniałości dobrze wiedzą, że trylobity — najwcześniejsze i najpospolitsze ze skamieniałości szkieletowych od kambru aż do końca paleozoiku — często zachowują się z pięknie rozwiniętymi oczami złożonymi i takie okazy są szczególnie poszukiwane, bo oczy, jak wszystkie miękkie części ciała, rzadko zachowują się w materiale kopalnym[1]. Gdy w początkach XX wieku Charles Walcott odkrył słynne, datowane na 515 milionów lat stanowisko wczesnokambryjskiej „miękkiej" (tzn. nieopancerzonej) fauny w Burgess Pass w kanadyjskich Górach Skalistych (dziś to jedno z najlepiej strzeżonych stanowisk paleontologicznych na świecie), wielkim zaskoczeniem było, jak wiele form tych często aktywnie pływających i zwykle bardzo egzotycznie wyglądających zwierząt dysponowało narządami wzroku. Niektóre „oczy" umieszczone były na ruchomych trzonkach, inne tworzyły wypukłe tarcze, niekiedy zajmowały znaczną część głowy i umieszczone były z przodu, ale też po bokach, u spodu lub na szczycie głowy. Ta orgia zmysłów u zwierząt kambryjskich (znanych też z innych, odkrytych później stanowisk z „miękką" fauną, zwłaszcza ze starszych o dziesięć milionów lat osadów z Chengjiang w chińskiej prowincji Yunnan), stanowi niezwykły kontrast z „autystycznymi" istotami ediakarań-

skimi i jest świadectwem skali niezwykle intensywnego już ewolucyjnego wyścigu zbrojeń, który wymusił nie tylko rozwój narządów ataku i obrony, ale i aparatury wczesnego wykrywania i ostrzegania, a w tej roli wzrok sprawdza się doskonale. Słuch przydaje się, gdy przeciwnik (lub ofiara lub partner) wydaje jakieś dźwięki, węch — gdy wysyła zapachy, ale wzrok przydaje się zawsze (gdy tylko jest światło), nawet jeśli ów przeciwnik czy partner jest bezwonny i bezgłośny. W książce *In the Blink of an Eye* [*W mgnieniu oka*] australijski paleontolog Andrew Parker stara się wręcz udowodnić tezę, że rewolucja kambryjska dokonała się w istocie za sprawą wynalazku oczu. Z początkiem kambru „zostało włączone światło", pisze Parker, i odtąd, by przeżyć, trzeba było się schować, okryć pancerzem lub uciec. Wylegiwanie się bez ruchu na dnie morza przestało być sensowną opcją — już pierwsze oczy aktywnych zwierząt skazały statyczny świat ediakarański na zagładę.

Ogromną większość fauny z Burgess i Chengjiang stanowiły stawonogi, zwierzęta o członowanych odnóżach, wyraźnie wyodrębnionych głowach z oczami, czułkami i szczękami, aktywnie poruszające się po dnie, a nierzadko i pływające w toni wodnej. Ich obecność pokazywała, jak szybko i jak daleko świat kambryjski oddalił się od marazmu epoki ediakarańskiej. Ta dominacja stawonogów, która zaczęła się 543 miliony lat temu, trwa do dziś; już nie tylko w wodach, ale też (a chyba nawet przede wszystkim) na lądach. Owady to dziś dobrze ponad trzy czwarte wszystkich gatunków, a dwie trzecie z tego przypada na chrząszcze (taką strukturę świata dobrze opisuje znane powiedzenie jednego z ewolucjonistów, który na pytanie, jakie atrybuty Stwórcy wynikają z badań nad światem ożywionym, odparł: „Niepohamowana skłonność do chrząszczy"[2]). Ale bezapelacyjnie drugą grupą zwycięzców — dziś i w całym fanerozoiku — stanowiły kręgowce, zarówno wodne, jak i lądowe. Tyle że ich kariera zaczęła się nieco później niż stawonogów, a w faunie z Burgess i Chengjiang, choć już obecne, stanowiły jeszcze zupełny margines.

Genealogia zapisana w skałach

O ile wynalazek stawonogów polegał na członowanych odnóżach (z łatwością przekształcanych w czułki, płetwy, narządy gębowe itp.) i sprawnym

poruszaniu się po dnie, to kręgowce od początku oderwały się od dna (co zrazu zapewne stanowiło formę ucieczki przed zagrożeniem ze strony drapieżnych stawonogów) i doskonaliły umiejętność ciągłego pływania w toni wodnej, czyli *nektonicznego* trybu życia. To był nasz wyjątkowy i bardzo rzadki wśród zwierząt wynalazek — trwałe oderwanie się od zapewniającego stały punkt oparcia, schronienie i źródło pożywienia osadu, połączone z aktywnym i kontrolowanym ruchem, wymagało wielu dodatkowych rozwiązań, których ogromna większość zwierząt nigdy nie nabyła. Do dziś nekton oceaniczny (a z czasem i nekton wód słodkich) pozostaje w niepodzielnym władaniu potomków tych najdawniejszych kręgowców.

Aktywne pływanie wiązało się z gruntowną przebudową geometrii i struktury ciała — by utrzymać się w (lub na) wodzie, potrzebne są nieustanne wężowe ruchy ciała, tym skuteczniejsze, im większa jest powierzchnia oddziaływania z wodą. Jej powiększeniu służyło boczne spłaszczenie ciała, dodatkowo wzmocnione przez rozwój płaskiego fałdu okalającego zarys zwierzęcia i rozszerzającego się z tyłu w płetwę ogonową. W ten sposób z rurkowatych i okrągłych w przekroju „robaków” nasi przodkowie przeistoczyli się w formy bocznie spłaszczone i zaopatrzone z tyłu w dobudowaną strukturę wystającą poza obrys ciała. Dlatego odtąd odbyt znalazł się u podstawy, a nie — jak wcześniej — na końcu ciała. Tak miało pozostać również u form, które opuściły środowisko wodne i u których płetwa z tyłu ciała przekształciła się w całkiem nowy narząd — ogon.

Obecność naszych przodków we wczesnym kambrze była zdecydowanie marginalna. Wśród z górą sześćdziesięciu pięciu tysięcy okazów zebranych przez Walcotta w latach 1909–1924 w łupkach z Burgess i kolejnych kilkudziesięciu tysięcy znalezionych do dziś w najbardziej produktywnej warstwie zwanej Greater Phyllopod Bed tylko szesnaście (!) należało do uznanej za przodka kręgowców, podobnej do współczesnego lancetnika pikai. W roku 2008 znaleziono jeszcze jeden okaz podobnego do niej stworzenia, nazwanego *Metaspriggina*. Równie skromnie — przy podobnym bogactwie okazów — prezentują się przodkowie kręgowców wśród fauny z Chin, gdzie ich udział nie sięga nawet promila: jeden okaz należy do formy nazwanej *Haikouichthys*, jeden do innego stworzenia, *Myllokunmingia*. Były to zresztą istoty bardzo drobne — *Pikaia* i znaleziska chińskie mają od dwóch do pięciu centymetrów długości.

Ta symboliczna wręcz reprezentacja przodków kręgowców (więc i ludzi) we wczesnym kambrze skłoniła Stephena J. Goulda (w książce *Wonderful Life* [*Cudowne życie*], której pikaja jest główną bohaterką), do refleksji, że losy świata mogły potoczyć się inaczej, gdyby te zwierzęta nie przeżyły któregoś z wymierań, jakie nawiedzały kambryjski świat. Gdy ginie kilkadziesiąt procent gatunków, to wymarcie — lub nie — jednego czy kilku gatunków może być wynikiem czystego przypadku.

W każdym razie musimy pamiętać, że podczas eksplozji kambryjskiej i w faunie, która w jej wyniku powstała, nasza linia rodowa była opcją zdecydowanie mniejszościową. Na szczęście dla nas przodkowie kręgowców przetrwali i w ciągu kolejnych okresów geologicznych umacniali swą pozycję w morzach, tak że z czasem stali się grupą dominującą wśród aktywnie pływających zwierząt. Nasi kolejni współprzodkowie, od kambru aż do dewonu, przez dziesiątki milionów lat pozostawali ważnym elementem morskiego nektonu, dzieląc najpierw te nisze ze stawonogami (w tym groźnymi starorakami, które we wczesnym paleozoiku siały postrach na wszystkich morzach i oceanach świata), a później z głowonogami (np. łodzikami, potem amonitami), które wypracowały alternatywny sposób lokomocji (wypełnione powietrzem komory muszli jako aparat wyporu i wyrzucana pod ciśnieniem woda jako mechanizm odrzutu). Kręgowce pozostawały wierne modelowi „rybiemu”: ich przedstawiciele mieli bocznie spłaszczone ciała, którym wężowe ruchy zapewniały utrzymywanie się w toni, a rozszerzona płetwa ogonowa napęd i przyspieszenie[3]. Rozwinęły się też stateczniki po bokach (w postaci parzystych płetw), a z czasem i ruchome, uzębione szczęki, pozwalające na aktywne chwytanie zdobyczy. Ten rybi okres naszych dziejów trwał do dewonu (morskie kręgowce stały się wtedy tak wszechobecne i zróżnicowane, że okres ten nazwano Epoką Ryb), kiedy to w ludzkiej linii rodowej dokonała się kolejna, niezwykle brzemienna dla losów świata rewolucja: wyjście na ląd. To zdeterminowało całą naszą późniejszą historię.

Przyglądając się tym wydarzeniom *ex post*, trudno nie odczuwać podziwu dla potęgi ewolucyjnych mechanizmów — dla stworzeń, które pół miliarda lat spędziły w morzach (najpierw w osadzie, potem w toni wodnej), opuszczenie tego środowiska i kolonizacja tak radykalnie odmiennego świata wydaje się wyczynem o podobnej skali trudności, co lądowanie na Księżycu dla człowieka. Takie zresztą porównanie w odniesieniu do tego

bezprecedensowego aktu kolonizacji nieraz padało. Tak jak kosmonauta, opuszczając księżycową kapsułę, wkracza w świat pozbawiony grawitacji, wody i powietrza, tak pierwszy wychodzący na ląd kręgowiec (odtąd już nie ryba, tylko tetrapod) znalazł się w świecie, w którym stale groziło mu wysuszenie, przeciążenie i nagłe zmiany temperatury ciała. I prawie tak jak nasi selenonauci musiał najpierw wszystkie te sytuacje przetrenować na „symulatorach" w swym dawnym środowisku. Takimi naturalnymi symulatorami były procesy poprzedzające wyjście na ląd, takie jak inwazja na przybrzeżne, brakiczne (o zmiennym zasoleniu) wody na granicy lądu i morza, rozwinięcie „dwudysznego oddychania" (worki powietrzne odchodzące od przełyku zaczęły pełnić rolę zapasowego aparatu oddechowego, czyli płuc), a wreszcie rozwój silnie umięśnionych i zaopatrzonych w masywny szkielet wewnętrzny płetw piersiowych i brzusznych, zdolnych utrzymać ciężar ciała na dnie, a także podczas krótkich wycieczek na brzeg. Wszystko to były zachowania i adaptacje bardzo nietypowe dla ryb morskich, których ogromna większość — do dziś zresztą — zachowała odziedziczone po przodkach i doskonalone przez miliony lat przystosowania nektonicznych drapieżników i planktonożerców.

Wyjście na ląd poprzedzone więc zostało ponownym zejściem na dno, tyle że już nie w głębinach otwartego morza, a w brakicznych, zarośniętych i zapewne niedotlenionych wodach przybrzeżnych. Wiązała się z tym kolejna zmiana geometrii ciała — dwubocznie spłaszczone ryby nektoniczne uległy silnemu spłaszczeniu grzbietowo-brzusznemu, a oczy przewędrowały na sklepienie czaszki, bo teraz niebezpieczeństwo groziło z góry. Być może zresztą jednym z motywów opuszczenia (lub raczej sukcesywnego opuszczania) wody była właśnie ucieczka przed nowymi zagrożeniami, podobnie jak wcześniej taką ucieczką było przyjęcie nektonicznego trybu życia. W każdym razie to wyjście na ląd nie oznaczało wcale osiągnięcia przez ryby jakiegoś „wyższego szczebla" rozwoju. Przeciwnie — to raczej przypadek „wyboru" nietypowej dla ryb i bardzo przy tym mniejszościowej opcji radykalnego zerwania z ewolucyjną tradycją. Na tę strategię „zdecydowało się" zresztą bardzo niewielu, a udało się ją „zrealizować" w końcu tylko jednemu (liczne cudzysłowy mają służyć podkreśleniu, że te zabarwione intencjonalnością terminy nie oznaczają żadnych świadomych działań, a jedynie sprawiający *ex post* takie wrażenie wynik działania naturalnych mechanizmów ewolucyjnych).

Skąd wiemy, że udało się tylko jednemu? I że takich prób było więcej? Jeśli tetrapody, czyli wszystkie lądowe czworonogi (łącznie z wtórnie wodnymi i wtórnie beznogimi, rzecz jasna) tworzą naturalną jednostkę taksonomiczną (a tak uważa większość specjalistów) to znaczy, że wywodzą się od wspólnego przodka (nr 17 na liście Dawkinsa), a wspólny przodek oznacza po prostu gatunek wyjściowy (w tym przypadku „wyjściowy" w obu znaczeniach).

Pionierzy, czyli nadmiar przodków

Jak skończyli inni, którzy też „próbowali"? By odpowiedzieć na to pytanie, warto przywołać niezwykłą historię odkrycia tiktalika w dalekiej Arktyce i przygodę dwóch młodych tropicieli kopalnych śladów z Gór Świętokrzyskich.

Tiktaalik, co zapewne wielu czytelników pamięta (historię jego odkrycia przedstawia wydana niedawno po polsku książka Neila Shubina *Nasza wewnętrzna menażeria*), jest niemal idealnym przykładem brakującego ogniwa między rybami a tetrapodami, a warto go tu nieco dokładniej zaprezentować, bo jego znalezienie było przykładem prawdziwego tryumfu głębokiej naukowej wiedzy, przenikliwości i zdolności przewidywania. Wszystko zaczęło się od serii wspaniałych znalezisk pierwszych czworonogów z Grenlandii w liczących sobie ok. 365 milionów lat skałach z famenu, czyli końca okresu dewońskiego. Znaleziono tam pięknie zachowane szkielety „rybopłazów" z rodzajów *Ichthyostega* i *Acanthostega*, o cechach pośrednich między rybami trzonopłetwymi a płazami labiryntodontowymi, o bardzo prymitywnych kończynach przekształconych z płetw piersiowych i brzusznych. Choć obie te formy nie utraciły jeszcze wodnych przystosowań (np. płetwy ogonowej), były już wyraźnie spłaszczone grzbietowo-brzusznie, a dwie pary kończyn o budowie w pełni homologicznej z kręgowcami lądowymi („jedna kość, dwie kości, masa kosteczek i człony palcowe", wedle często powtarzanej formuły Shubina) stanowiły jednoznaczny sygnał uruchamiający u każdego paleontologa natychmiastowe skojarzenie — tetrapod! O ile ichtiostega i akantostega zbliżały się do owego wspólnego przodka tetrapodów „od góry", to znane już były także formy bliskie im „od dołu", ewidentnie jeszcze rybie i nektoniczne, ale już o szkielecie kostnym płetw zapowiadającym układ „jedna kość, dwie kości…", acz bez członów palcowych na końcu. Nie były to jeszcze płetwy do chodzenia, choć ewidentnie już na najlepszej drodze, by się w nie przekształcić. Najbliższe z takich tetrapodów *in spe*, jak *Eusthenopteron i Panderichthys*, występowały w skałach liczących 385 milionów lat, były więc o dwadzieścia milionów lat starsze od grenlandzkich rybopłazów. Shubin logicznie uznał, że jego wymarzone „brakujące ogniwo" żyło dokładnie w połowie drogi, czyli 375 milionów lat temu, i postanowił poszukać skał o takim właśnie wieku. Skały te musiały też spełniać dodatkowe kryteria zwiększające szanse na dokonanie odkrycia, takie jak odpowiedni potencjał fosylizacji i warunki sedymentacyjne na pograniczu

lądu i morza. Wszystko tu miało być pośrednie: wiek osadów, środowisko sedymentacyjne i budowa samych organizmów. Pozostawało odszukać miejsce, gdzie skały spełniające te kryteria odsłaniają się na powierzchni, zorganizować ekspedycję badawczą i… liczyć na szczęśliwy los. Najbardziej obiecujące miejsce pechowo (przynajmniej dla sponsorów) znajdowało się na niemal zupełnie niedostępnych terenach wyspy Ellesmere w północnej Kanadzie, ale opłaciło się: już w pierwszym sezonie poszukiwań odkopano wspaniale zachowany okaz stworzenia nazwanego *Tiktaalik roseae* (pierwszy człon nazwy w języku Inuitów oznacza miętusa, czyli rodzaj dużego, słodkowodnego dorsza, a drugi to ukłon w stronę jednego ze sponsorów wyprawy). Tiktalik stał się bohaterem książki Shubina i na długo zagościł na czołówkach prasy naukowej i codziennych gazet. „Ryby wyszły na ląd w Arktyce", taki mniej więcej był przekaz, jaki z tych doniesień się wyłaniał.

Wszystko byłoby w porządku, gdyby nie Grzegorz Niedźwiedzki z Warszawy, młody i zapalony tropiciel dinozaurowych śladów, który postanowił poszukać tropów znacznie późniejszych i w pełni już lądowych kręgowców w porzuconym kamieniołomie w Zachełmiu pod Kielcami, gdzie odsłaniają się czerwone kontynentalne piaskowce permo-triasowe znane ze śladów różnych zwierząt, zarówno kręgowych, jak i bezkręgowców. Skały te spoczywają prawie poziomo na sfałdowanych i pochylonych osadach środkowego dewonu (eiflu), a między nimi występuje dobrze widoczna niezgodność kątowa, której kamieniołom ten zawdzięcza swą sławę wśród geologów. Nie znalazłszy tym razem nic ciekawego, Niedźwiedzki postanowił rzucić okiem na leżące niżej osady dewońskie, znane z licznych struktur sedymentacyjnych, takich jak szczeliny z wysychania, osady mat sinicowych (stromatolity), a nawet odciski kropli deszczu. Są to osady morskie, ale powstałe tuż przy brzegu, w tzw. strefie litoralnej, stąd oznaki wielokrotnych wynurzeń. Jednak nie te, skądinąd ciekawe struktury zainteresowały naszego odkrywcę, ale widoczne na jednej z płyt zagłębienia, które dla wytrawnego tropiciela śladów nie stanowiły trudnego wyzwania — był to tzw. szlak pozostawiony przez jakieś czworonożne zwierzę mozolnie stawiające łapy na wilgotnym mule nad samym brzegiem morza. W niektórych z zagłębień zachowały się nawet zarysy palców — to nie ryba, ale najprawdziwszy czworonóg musiał pozostawić te ślady.

Owszem, miejsce do wychodzenia z wody było idealne — pogranicze morza i lądu, o często zalewanym i odsłanianym podłożu, tyle że wiek tych skał, określany wówczas jako środkowy dewon, a potem już dokładniej datowany na 395 milionów lat, właściwie wykluczał możliwość znalezienia takich śladów. Ryby przecież zaczęły przenosić się na ląd dwadzieścia milionów lat później i to w północnej Kanadzie, a ostatecznie „wyszły" jeszcze dziesięć milionów lat później, na Grenlandii. Więc co robiły tak wyraźne odciski łap w zachełmskim kamieniołomie?

Dalsza historia jest znana, bo wkrótce doprowadziła Niedźwiedzkiego, jego kolegę paleoichtiologa (badacza kopalnych ryb) Piotra Szreka i wybitnego szwedzkiego specjalistę od wczesnych tetrapodów Pera Ahlberga do zamieszczenia w „Nature" głośnego artykułu (z ilustracją na okładce). Potem BBC nakręciła film popularnonaukowy, a w prasie codziennej pojawiły się niezliczone komentarze, z których wynikało, że to „największe polskie odkrycie od czasów Kopernika", a także, jak głosił jeden z tytu-

łów, że *Ryby wyszły na ląd pod Kielcami*. Owszem, wyszły — ślady są jednoznaczne — ale pozostaje pytanie, co zrobiły potem? Czy poszły dalej, czy, co równie prawdopodobne, wróciły z powrotem do wody? Czy, inaczej mówiąc, ryby wyszły raz (i to właśnie pod Kielcami), czy może wychodziły wielokrotnie, a tylko jedno z tych wyjść okazało się trwałe. A to niemała różnica.

Odkrycie Niedźwiedzkiego (i wcześniejsze Shubina) jest tak ważne nie dlatego, że jeden czy drugi znalazł tropy najstarszego jak dotąd tetrapoda, ale dlatego, że mogą one wskazywać, że w tych przejściowych środowiskach i wśród „przejściowych" kręgowców, o cechach zapowiadających już możliwość ekspansji (zaczątkowe płuca, zaczątkowe kończyny, itp.), takie wyjścia na ląd mogły zdarzać się często i niekoniecznie oznaczały ostateczne pożegnanie ze środowiskiem morskim. Równie dobrze mogły to być sporadyczne wycieczki albo nawet desperackie próby znalezienia nowych zbiorników wodnych, podejmowane przez zwierzęta uwięzione w wysychających zbiornikach. Tak twierdził kiedyś wybitny amerykański paleontolog Alfred Sherwood Romer, który wiązał to „wychodzenie" ze zmianami geologicznymi, jakie zachodziły wtedy na Ziemi. Romer zwracał uwagę, że późny dewon to okres wynurzenia i połączenia lądów północy (Anglia, Kanada, Grenlandia) po ruchach górotwórczych hercyńskich, kiedy to na wielkim kontynencie zwanym Old Redem (od czerwonych skał, uznawanych wtedy za pozostałości piasków pustynnych) powstało wiele takich efemerycznych zbiorników, które ryby musiały opuszczać, by przedostać się do innych, wciąż jeszcze niepozbawionych wody. Wychodzenie na ląd miało więc być początkowo jedynym sposobem, by na tym lądzie nie pozostać na stałe. Pionierem prawdziwie lądowego życia miała zaś stać się, obrazowo mówiąc, dopiero ta ryba, której nie udało się znaleźć drogi powrotnej do wody i która po wielu takich wycieczkach zyskała już pewną wprawę w dłuższych pobytach poza środowiskiem wodnym. Tezy Romera zostały odrzucone, gdy okazało się, że Old Red nie był tak bardzo suchym lądem, jak się zdawało, a czerwony kolor jego osadów nie wynikał z wszechobecności pustyń. Nie ma jednak jakichś ważnych powodów, by sądzić, że podobne zachowania nie mogły dotyczyć też lądów, które pustyniami nie były. W każdym razie, by wrócić jeszcze na chwilę pod Kielce, tropy z Zachełmia mogą — choć bynajmniej nie muszą — być dziełem zwierzęcia, od którego zaczął się tryumfalny podbój lądów. Jak przytomnie zauważył

Niedźwiedzki na spotkaniu z prasą w Państwowym Instytucie Geologicznym w Warszawie, na słynnej płycie z tropami nie widać w którą stronę szło zwierzę — może właśnie wracało do wody po niezbyt udanej eskapadzie na ląd?

Kto był pionierem lądowego życia, nie wiemy i pewnie nigdy się nie dowiemy, bo takich prób było zapewne zbyt wiele, byśmy mieli łatwo trafić na odpowiedniego kandydata. Niemal na pewno nie były nimi formy grenlandzkie, które żyły za późno, by zasłużyć na miano pionierów; co gorsza, wydają się raczej ewolucyjnymi maruderami, którzy w swej epoce byli reliktem czasów, gdy wiele grup ryb z nogami próbowało swoich sił na lądzie. Podobnie było z tiktalikiem[4].

Jeśli tyle czasu poświęciliśmy tu problemowi „wychodzenia", to dlatego, że jest to kluczowy dla naszych rozważań wątek, ukazujący też typowy błąd myślenia liniowego, które usiłuje różne formy o cechach przejściowych układać w ciąg ogniw łańcucha o rosnącej „doskonałości" przystosowań. Podobnie było kiedyś z archeopteryksem, tzw. praptakiem z końca jury, który przez długi czas był uważany za klasyczną formę pośrednią między gadami a ptakami, a okazał się raczej jednym z wielu upierzonych i zdolnych do lotu drapieżnych dinozaurów, w dodatku już w swoich czasach będącym „żyjącą skamieniałością". Znamy też dinozaury, które wkrótce po uzyskaniu umiejętności latania zdolność tę utraciły i stały się wtórnie nielotne. Nowe, rzadkie i trudne wynalazki ewolucyjne nie pojawiały się najwyraźniej z tego powodu, że ktoś „znalazł się na krzywej" prowadzącej do nowego świata (życia na lądzie, zdolności do lotu czy wreszcie dwunożności), ale dlatego, że z wielu wyjść i powrotów jedna próba przypadkiem się udawała, a potomkowie pionierów odnieśli tak wielki sukces, że *ex post* ich los wydaje się celem, do którego zmierzała ewolucja.

Jakkolwiek było, naszemu współprzodkowi numer 17 na pewno się udało — inaczej nie byłoby nas na świecie. I choć droga, jaką obrał, doprowadziła do najbardziej spektakularnych tworów ewolucji (dinozaurów, słoni, ludzi…) była to, znów, opcja skrajnie mniejszościowa: ryby jako takie z wody przecież nie wyszły i dziś, po czterystu milionach lat, wciąż więcej jest gatunków ryb niż wszystkich lądowych czworonogów razem wziętych. A po dewonie żadnych innych ewolucyjnych prób podboju lądów już nie było, przynajmniej na razie[5].

Porzućmy zatem ryby i wszystkie inne stworzenia, które pozostały w wodzie, i zobaczmy, jak kształtowały się dalsze losy naszych przodków, a więc tych, którzy do wody już mieli nigdy nie wrócić[6]. Z wody w ogóle poza nami, tetrapodami, mało kto wyszedł, bo taka radykalna zmiana środowiska udaje się bardzo rzadko i wymaga wcześniejszych przygotowań (preadaptacji), uwzględniających wyzwania, którym trzeba sprostać. Potwierdzeniem tej tezy jest choćby brak lądowych ośmiornic. Te niezwykle inteligentne mięczaki wykazują wiele preadaptacji, które mogłyby im się przydać przy wychodzeniu na ląd — mają na przykład bardzo chwytne „kończyny" o niezrównanych zdolnościach manipulacyjnych. Każdy, kto czasem odczuwa brak trzeciej ręki, doskonale rozumie, jak bardzo taka cecha mogłaby się przydać istotom inteligentnym. Cóż, nasz przodek miał tylko jedną parę płetw piersiowych i to do niego oraz do konserwatyzmu ewolucji możemy mieć pretensje. Ośmiornice tymczasem nigdy nawet nie „spróbowały" kolonizować lądów, zapewne z braku innych kluczowych preadaptacji, choćby zdolności oddychania tlenem atmosferycznym. A środowiska lądowe potencjalnie musiały być bardzo atrakcyjne, skoro dziś na lądach żyje prawie trzy razy więcej gatunków niż w morzach, a 75 procent produkcji pierwotnej (czyli materii organicznej produkowanej przez organizmy samożywne) pochodzi właśnie z lądów (i to pomimo faktu, że dwie trzecie powierzchni Ziemi zajmują oceany i życie rozwija się w nich na wszystkich głębokościach, na lądach natomiast skupia się praktycznie tylko na powierzchni). Tyle, że by skorzystać z tych lądowych zasobów, trzeba się tam dostać, a to nie jest łatwe. Dość powiedzieć, że z 38 typów zwierzęcych, jakie powstały już w kambrze, na lądach spotykamy przedstawicieli tylko kilku, a zaledwie dwa z nich (stawonogi — głównie owady i pajęczaki — oraz kręgowce) naprawdę czują się na suchym lądzie jak u siebie. Reszta, w tym przedstawiciele różnych „robaków" (jak wije czy pierścienice), zasiedliła wilgotne gleby, które są dla nich namiastką osadów na dnie morza.

Historia zapisana w ciałach

Zresztą, w pewnym sensie, opuszczenie mórz nigdy nie było całkowite, a zerwanie z dawnym środowiskiem zupełne. Wspominany już Mark McMenamin, autor koncepcji Ogrodów Ediacara, jest też twórcą (wraz

z żoną Dianną) hipotezy „superoceanu” (*Hypersea*)[7], wedle której wychodzące na ląd organizmy (zwierzęta, rośliny, grzyby i niektóre mikroorganizmy) nie tyle kolonizowały całkiem nowe biotopy, co zabrały za sobą morskie środowisko, którego nigdy całkowicie i ostatecznie nie opuściły. McMenaminowie zwracają uwagę na ciekawe zjawisko, które odróżnia życie na lądach od morskiego — ogromne znaczenie bezpośrednich, fizycznych kontaktów między organizmami, którego spektakularnym przejawem jest powszechność na lądach i względne ubóstwo w oceanie pasożytów, a w szczególności tzw. superpasożytów: organizmów żerujących na innych organizmach, które same mogą pasożytować na innych organizmach, które mają własnych żywicieli, którzy… Nie chodzi o to, że życie na lądach jest szczególnie okrutne[8]. Problem w tym, że organizmy lądowe tworzą złożoną, bardzo rozbudowaną sieć wzajemnych zależności i tworzą jakby sieć naczyń połączonych, między którymi nieustannie krążą płyny i związki odżywcze. Jak w morzu. „To, co nazywamy superoceanem, powstało w rezultacie fizycznych więzi między organizmami usiłującymi zachować wodę w wysychających środowiskach lądowych” — piszą McMenaminowie. U podłoża tej całej złożonej struktury mamy rośliny lądowe, zakorzenione wprost w wodach podskórnych (których warstwa jest częścią ciągłej hydrosfery, w skład której wchodzą i oceany), żyjące w symbiotycznych związkach z grzybami korzeniowymi (mikoryzie) i nieustannie pompujące wodę oraz związki odżywcze do liści. Ten nigdy niekończący się system hydrauliczny McMenaminowie przyrównują do morskich upwellingów, czyli prądów wynoszących przydenne zasoby nutrietów na powierzchnię, gdzie stają się podstawą całej piramidy pokarmowej (troficznej) morskiego życia. Życie na lądach opuściło wprawdzie środowisko morskie, ale w jego miejsce stworzyło lądową namiastkę oceanu — superocean, którego „wody” rozprowadzane są organicznymi kanałami, ściśle łączącymi ze sobą wszystkie lądowe organizmy. W oceanach takich bezpośrednich fizycznych połączeń między organizmami jest znacznie mniej, bo kontakty zapewnia medium zewnętrzne — woda[9]. W tym kontekście McMenaminowie przypominają niezwykle kiedyś popularną hipotezę kanadyjskiego biochemika Archibalda Macalluma, który nazywał krew lądowych zwierząt „wyspecjalizowaną formą wody morskiej”, wskazując, że proporcje zawartych w niej soli (sodu, potasu, wapnia i magnezu) są niemal identyczne jak w wodzie oceanicznej, choć stężenie tych jonów w krwi kręgowców lądowych jest

trzy razy mniejsze. Macallum uznał na tej podstawie, że nasza krew przypomina nie dzisiejszą, ale „kopalną” wodę morską z czasów, gdy życie kolonizowało puste jeszcze lądy. To oceany od tamtych czasów się zmieniły (przyjęły więcej soli spłukiwanych z lądów), życie natomiast przechowało ich pamięć sprzed setek milionów lat. I choć koncepcja Macalluma jest dziś rzadko przywoływana (zwłaszcza, gdy okazało się, że w ciągu całego fanerozoiku zasolenie oceanów pozostawało na zbliżonym poziomie), to faktem pozostaje, że krew oraz inne płyny ustrojowe odgrywają łącznie rolę indywidualnego, wewnętrznego zbiornika, funkcjonalnie odpowiadającego zewnętrznemu środowisku w morzach, oraz że „hydrauliczne” powiązania między organizmami lądowymi można uznać za funkcjonalny odpowiednik oceanu na poziomie lądowej biosfery i taka analogia nie jest raczej przypadkowa. Życie jest zjawiskiem historycznym, a jednym z jego kardynalnych atrybutów jest pamięć przeszłości. Właśnie dlatego, chcąc wyjaśnić fenomen człowieka, musimy zacząć jego historię od tak odległych czasów. Przeszłość jest wciąż w nas obecna, jest zapisana w naszej anatomii, naszych zachowaniach, a ostatecznie w naszych genach, które „pamiętają” wszystko, co się wydarzyło, nawet jeśli przestały już funkcjonować i są już tylko swoistymi skamieniałościami — pseudogenami. W *Opowieściach przodków* Dawkins tak pisze:

> Z samej istoty darwinowskiej ewolucji wynika, że wszystko, co dotyczy zwierzęcia czy rośliny, w tym kształt ciała, zachowanie i chemizm komórek, stanowi zakodowany przekaz na temat światów, w jakich żyli ich przodkowie: pożywienia, którego poszukiwali, drapieżników, przed którymi uciekali, klimatów, które znosili i partnerów seksualnych, których starali się oczarować.

Na lądzie

Pierwszy tetrapod w naszej historii był zarazem pierwszym płazem (labiryntodontowym) i ten płazi etap naszych dziejów trwał kilkadziesiąt milionów lat, od momentu wyjścia na ląd do powstania pierwszego gada, co nastąpiło mniej więcej w połowie okresu karbońskiego. Wydarzenie to — przeistoczenie płazów w gady — łączymy z jednym kluczowym wynalazkiem, a mianowicie z powstaniem otoczonego skorupką jaja owodniowego (amniotycznego). Stąd właśnie wszyscy potomkowie naszego kolejnego

współprzodka (numer 16) tworzą naturalną jednostkę taksonomiczną Amniota (owodniowców). Człowiek, podobnie jak wszystkie gady (i ich ptasi potomkowie) — i oczywiście tak samo jak wszystkie ssaki — należy do amniotów.

Owodnia, od której nasza grupa bierze swoją nazwę, jest wypełnionym roztworem wodnym workiem, który szczelnie otacza rozwijający się zarodek. Przed powstaniem owodni płazie zarodki — kijanki — musiały rozwijać się w zbiornikach wodnych, inaczej groziło im wysuszenie. Ograniczało to zasięg tetrapodów lądowych do obszarów wilgotnych, co w okresie karbońskim, znanym z wielkich lasów deszczowych pokrywających znaczne obszary Ziemi, nie było warunkiem trudnym do spełnienia. Już jednak od połowy karbonu sytuacja zaczęła się zmieniać, wraz z powstaniem w miejsce rozczłonkowanych wcześniej bloków lądowych jednego wielkiego superkontynentu, Pangei. Klimat lądowy (kontynentalny) różni się znacznie od oceanicznego, a klimat „superkontynentalny” wykazuje te cechy (silne skoki temperatury, znaczne różnice między latem a zimą, itd.) w skrajnym nasileniu. Wnętrze Pangei zaczęło się dość szybko zmieniać w „superpustynię”, coraz mniej przyjazną dla uzależnionych od wody płazów[10]. Powstanie jaja amniotycznego było wynalazkiem tych tetrapodów, które radykalnie zerwały z wodą, ale znów „zabrały ze sobą” jej podręczne zbiorniki. Reszta tetrapodów, czyli płazy, pozostała przy swych tradycyjnych, wilgotnych środowiskach i stan ten trwa do dziś[11].

Jeśli superpustynie były wielkim wyzwaniem dla tetrapodów, to wkrótce na południu Pangei (ta część superkontynentu nazywana jest Gondwaną) pojawiło się nowe: zlodowacenie. Zaczęła się pierwsza w dziejach kręgowców lądowych wielka epoka lodowa[12]. Ta część gadów, która zamieszkiwała Gondwanę i była wystawiona na działanie chłodu, odpowiedziała w charakterystyczny sposób — przez dalszą internalizację środowiska, a więc uniezależnienie się od wpływów zewnętrznych. Gdy brakło ciepła, które napędzało dotąd metabolizm gadów (ich zmiennocieplność, podobnie jak u płazów, oznacza po prostu uzależnienie od ciepła otoczenia; stąd do dziś gady tak chętnie wygrzewają się na słońcu), część zwierząt sama zaczęła wytwarzać ciepło wewnątrz własnych ciał. Tak narodziła się endotermia, zwana też — z pewną przesadą — stałocieplnością lub, całkiem już nieszczęśliwie, ciepłokrwistością. Choć to bardzo kosztowna ewolucyjna zdobycz, bo zmusza zwierzęta do zdobywania znacznie większych ilości poży-

wienia („paliwa”), daje im zarazem trudną do przecenienia korzyść, jaką jest zachowanie aktywności nawet wówczas (np. w nocy lub zimą), gdy inne zapadają w odrętwienie. A wtedy tych innych można łatwiej zjeść, zapewniając sobie następną dawkę paliwa…

Tak, w dużym uproszczeniu, powstały ssaki. A raczej powstawały, bo był to proces powolny i trwał długie miliony lat. Zaczął się w połowie permu, zapewne na południu Afryki (lub na północy Rosji — na tzw. lądzie Angary, wówczas położonym w pobliżu bieguna); w każdym razie z tych dwóch obszarów pochodzi najwięcej szczątków tzw. gadów ssakokształtnych (terapsydów), z których powstały w triasie prawdziwe ssaki. Wyłonienie się terapsydów, wśród których byli nasi bezpośredni przodkowie, stanowiło kolejny przełom i kolejny krok ku uniezależnieniu się od środowiska, co nie tylko dawało przewagę nad tymi, którzy tego nie potrafili, ale też pozwalało kolonizować obszary wcześniej niedostępne. Prawdziwe ssaki poszły w uniezależnieniu się od otoczenia jeszcze o krok dalej — zaczęły „wychowywać” młode wewnątrz swych ciał i karmić wytwarzanym przez siebie mlekiem. Tak pozostało do dziś. Spójrzmy na Antarktydę z jej milionowymi populacjami ssaków (np. fok) i ptaków (np. pingwinów; ptaki zresztą to druga grupa potomków gadów, która niezależnie od ssaków i później od nich opanowała sztukę endotermii) i całkowitym brakiem zwierząt „zimnokrwistych” — gadów i płazów. Temperatura ciała tych antarktycznych zwierząt, wynosząca od 35 do 40 stopni Celsjusza, bywa nawet o osiemdziesiąt stopni wyższa od temperatury otoczenia! Cóż, w permie i triasie, gdy temperatura ta się ustalała (i utrwalała), nie sposób było przewidzieć, że potomkowie tych stworzeń za dwieście milionów lat skolonizują tak przeraźliwie mroźne obszary.

Problem mechanizmu i zasięgu stałocieplności wśród terapsydów jest wciąż żywo dyskutowany (trudno zmierzyć temperaturę ciała zwierzęcia po upływie milionów lat), ale przeważa opinia, że przynajmniej u części, jeśli nie wszystkich ich gatunków, ta adaptacja była już obecna. Przemawiają za tym liczne przesłanki pośrednie, np. charakter uzębienia, obecność podniebienia wtórnego, przepony, rozmaitych wyrostków kostnych na głowie („rogów”), ciało okryte włosiem, budowa kości, a także struktura ekologiczna ze znaczną przewagą roślinożerców. Wszystkie te cechy upodabniają terapsydy do współczesnych ssaków i wszystkie, jak można przyjąć, świad-

czą na rzecz endotermii, choć trudno tu o szczegółową analizę każdej z nich[13].

Tak więc terapsydy jako pierwsze zwierzęta w dziejach życia zaczęły samodzielnie regulować ciepłotę ciała i utrzymywać ją stale na wysokim, niezależnym od temperatury otoczenia poziomie, co przyspieszyło tempo reakcji metabolicznych u tych zwierząt i pozwalało im aktywnie funkcjonować również podczas okresów chłodu, a także nocą, gdy większość konkurentów zapadała w odrętwienie. Powstanie endotermii niektórzy biolodzy uznają za przełom analogiczny do wprowadzenia silników nowej generacji w samochodach. Wywołało to kaskadę zmian, w tym zróżnicowanie relacji społecznych między osobnikami, rozwój centralnego układu nerwowego i wzrost mózgu, a nawet przyspieszenie działania mechanizmów ewolucyjnych. Nie jest przypadkiem, że małże na przykład ewoluują bardzo powoli, a ptaki i ssaki wręcz „błyskawicznie”[14]. Wszystko to przyczyniło się do ewolucyjnego sukcesu terapsydów — w drugiej połowie permu stały się one dominującą grupą kręgowców lądowych. Gdyby ewolucja była przewidywalna, era mezozoiczna powinna nazywać się Wiekiem Terapsydów (lub wręcz Wiekiem Ssaków), a nie gadów[15]. Tak się jednak nie stało. W drugiej połowie okresu triasowego, w jednym z najdziwniejszych i trudno zrozumiałych zwrotów ewolucji, z terapsydów wyłoniły się prawdziwe ssaki, które w niczym nie przypominały swych odnoszących sukcesy poprzedników, wyglądały bowiem jak ich zminiaturyzowane i ekologicznie bardzo zubożałe wersje, co gorsza (dla nauki), w zapisie kopalnym niemal niedostrzegalne gołym okiem. Gdy przeczesujemy osady mezozoiczne w poszukiwaniu skamieniałości, obojętne, w Afryce, Europie, Ameryce czy w Azji, możemy natknąć się na niezliczone duże szczątki kostne i zęby różnych grup gadów (w tym przede wszystkim dinozaurów), ale by znaleźć jakiekolwiek pozostałości ssaków, trzeba mieć dużo szczęścia, a do tego odpowiednio gęste sita i dobrze powiększający binokular: mikroskopijne ząbki ssaków wybiera się z osadu wraz z pyłkami roślin, pancerzykami otwornic i innymi obiektami leżącymi w kompetencjach mikropaleontologów. Zadziwiająca zaiste odmiana losów zwierząt, które — na zdrowy rozum — miały największe szanse, by w mezozoiku objąć rolę, która ostatecznie przypadła dinozaurom!

Nie miejsce tu, by roztrząsać możliwe przyczyny tego stanu rzeczy — temat to trudny i rzadko podejmowany przez specjalistów. Sugerowano np. że

przyczyną miniaturyzacji ssaków był niedoskonały mechanizm termoregulacji nastawiony na produkcję, a nie wypromieniowanie ciepła, co przy zmianie klimatu na południu Gondwany z chłodnego w permie na upalny w całym mezozoiku (ta zmiana dotyczyła zresztą całej Ziemi) powodowało groźbę przegrzania. Zmniejszenie rozmiarów ciała zwiększało zarazem stosunek jego powierzchni do objętości i ułatwiało pozbywanie się nadwyżek ciepła. Przemawia za tym fakt, że wszystkie wczesne ssaki przeszły, jak się zdaje, na nocny tryb życia (nokturnalizm). Do dziś zresztą wszystkie prymitywne ssaki są małymi, „nocnymi" zwierzętami, dla których — w pewnym sensie — mezozoik wciąż się nie skończył. Przyglądając się współczesnym ryjówkom, myszom, małpiatkom, oposom lub dydelfom, możemy dość dokładnie wyobrazić sobie, jak wyglądali nasi przodkowie przez sto pięćdziesiąt milionów lat swej mezozoicznej egzystencji. Pod tym względem niewiele się zmieniło. Ciekawe, że odlewy (naturalne lub sztuczne) mózgów mezozoicznych ssaków wykazują znaczny rozrost płatów węchowych przy redukcji ośrodków odpowiadających za obsługę wzroku — to logiczna zmiana w przypadku zwierząt, u których oczy utraciły wcześniejsze znaczenie. Zastanawiający jest też fakt, że ssaki jako jedyne kręgowce (a pewnie i pierwsze w ogóle zwierzęta z oczami) nie rozróżniają kolorów (o wyjątkowości człowieka w tym względzie będzie mowa dalej), co znajduje wyraz w kolorystycznej monotonii ich futer; nieporównywalnej z przepychem barw u ptaków, motyli, węży, a nawet żab! Świadczy to dobitnie, jak bardzo nietypową drogą poszli nasi przodkowie — to w końcu dzień, nie noc, jest naturalnym okresem aktywności zwierząt obdarzonych oczami. A oczy pojawiły się bardzo dawno temu…

Ten niezwykły, niespodziewany i trudny do wyjaśnienia zwrot w ewolucji okazał się trwały i w takiej postaci ssaki rozwijały się „w cieniu dinozaurów" aż do końca mezozoiku. Ich ewolucja nie zatrzymała się oczywiście — w tym czasie powstało wiele nowych linii (np. dokodonty, symetrodonty, multituberkulaty, a w kredzie też łożyskowce i torbacze), ale jedno się nie zmieniało: wciąż były to głównie stworzenia małe, aktywne nocą, żyjące krótko i żywiące się przede wszystkim owadami[16]. W pewnym sensie te ryjówkopodobne, choć taksonomicznie silnie zróżnicowane wczesne ssaki przypominały „robaki" z początków ewolucji Bilateria — mimo wewnętrznie silnego zróżnicowania, zewnętrznie były bardzo do siebie podobne. W każdym razie nie ulega wątpliwości, że przez całe długie 150 milio-

nów lat, to wśród tych małych ssaczków żył jakiś nasz bezpośredni przodek…

Zmiana, i to dramatyczna, nastąpiła 65 milionów lat temu, gdy Ziemia zderzyła się ze sporym ciałem kosmicznym, które spadło na obszarze dzisiejszego Meksyku. W miejscu kolizji utworzył się gigantyczny krater uderzeniowy[17], a wyrzucone do atmosfery miliardy ton pyłów, gazów i kropelek przetopionych skał zasnuły całe ziemskie niebo, odcinając dostęp promieni słonecznych do powierzchni planety na okres wielu miesięcy, jeśli nie lat. Gdy „światło zostało wyłączone", ustała fotosynteza, a związki azotu i siarki zakwasiły wody oceanu światowego[18], co doprowadziło do rozpuszczenia wapiennych pancerzy organizmów — przede wszystkim planktonu[19]. Nastąpił okres wielkiego wymierania — jednego z największych w dziejach. Niemal z dnia na dzień zniknęły z lądów wszystkie dinozaury[20], a także fruwające pterozaury i morskie ichtiozaury oraz mozazaury. Świat gadów kończył się z hukiem, w dymie powszechnej konflagracji (ogólnoświatowego pożaru lasów) i w gryzącym zapachu siarki… Dla małych ssaków jednak, często żyjących w głębokich norach, żywiących się resztkami organicznymi i przyzwyczajonych do ciemności, to piekło na Ziemi było, choć z trudem, do zniesienia. Więcej — była to dla nich niepowtarzalna okazja, o której przez poprzednie dziesiątki milionów lat mogły tylko marzyć.

To, co wydarzyło się potem, w czasie owych 65 milionów lat ewolucji prowadzącej do człowieka (bo mówimy o naszej linii rodowej; pozostałe prowadziły, rzecz jasna, do innych żyjących dziś ssaków, w tym innych naczelnych), to pasmo kolejnych zaskakujących zwrotów i nieoczekiwanych „decyzji" naszych przodków. Z początku, u zarania ery kenozoicznej (a pewnie i wcześniej — w kredzie) jak prawie wszystkie inne ssaki wciąż byliśmy małymi, nocnymi, ryjówkokształtnymi stworzeniami. Jeśli coś nas od większości z nich odróżniało, to fakt, że żyliśmy na drzewach, a nie w norach kopanych w ziemi lub wynajdowanych na powierzchni. Życie na drzewach to swoisty znak firmowy naczelnych — drzewa je ukształtowały i do dziś to one dają schronienie niemal wszystkim ich gatunkom. Nieliczne prymaty, choćby pawiany, zeszły później na ziemię, ale i one wciąż bez trudu potrafią wspinać się na gałęzie i często to robią, bo w razie zagrożenia drzewa są dobrą kryjówką. To zresztą pewnie właśnie względy bezpieczeństwa sprawiły, że pierwsze naczelne zdecydowały się opuścić naziemne nisze, w których żyły od dziesiątków milionów lat.

Dla małych ryjówkokształtnych zwierząt chodzenie po gałęziach nie różni się tak bardzo od chodzenia po ziemi — kora to takie samo podłoże jak każde inne. Dlatego wczesne naczelne niewiele się różniły od swych na-

ziemnych przodków i krewnych i wiele z nich na takim etapie pozostało do dziś. Popularnie, choć niezbyt ściśle, nazywa się je małpiatkami. Drzewa jednak oferowały więcej niż ziemia, bo do zasadniczo dwuwymiarowego naziemnego świata wprowadzały trzeci wymiar. Małpiatki mogły poruszać się w pionie (po pniach), w poziomie (po bocznych konarach) lub pod dowolnym kątem, musiały też uważać, by nie spaść na ziemię, co zresztą dla małych zwierząt nie jest zbyt dotkliwe. Małpiatki rozwijały się bujnie w początkach kenozoiku na trzech lądach Starego Świata i w Ameryce Północnej, eksplorując różne rozwiązania i różne adaptacje. W jednej z linii, tej prowadzącej do człowieka, kumulacja różnokierunkowych zmian doprowadziła do kolejnego przełomu, który wprowadził rewolucyjne nowości na wszystkich polach egzystencji — z małych form powstały duże, z chodzących po gałęziach — skaczące między nimi, z owadożernych — owocożerne, z samotniczych — społeczne, a z nokturnalnych (nocnych) — dzienne. Tak w największym skrócie opisać można przełom, który tylko terminologicznie jest banalnie prosty — z małpiatek narodziły się małpy. Ale dopiero szczegóły tych procesów ukazują głębię przemian, jakie musiały się dokonać.

Zacznijmy od pozornie najprostszej, jaką jest zmiana rozmiarów. Tylko dla naprawdę małych istot gałęzie i konary są po prostu podłożem, dla większych stają się drążkami gimnastycznymi. Nie wystarczy po nich chodzić, trzeba je obejmować, a gdy stają się zbyt cienkie i wiotkie, trzeba umieć przeskoczyć na następne — a tym razem upadek może już skończyć się tragicznie. Odpowiedzią na te wyzwania było powstanie chwytnych dłoni i stóp (z odwiedzionym kciukiem i paluchem) i wrażliwych na dotyk zakończeń palców — opuszek o delikatnej i zaopatrzonej w liczne zakończenia komórek nerwowych skórze i okrywających je płaskich paznokciach, zamiast haczykowatych pazurów. To nam pozostało (choć chwytność już tylko w odniesieniu do dłoni) i tylko dlatego mogę teraz pisać ten tekst. Żadne inne zwierzę nie byłoby do tego zdolne — niezależnie od swych intelektualnych predyspozycji.

Kolejną odpowiedzią był rozwój organu koordynującego reakcje ruchowe i ich sprzężenie z odbierającymi bodźce zewnętrzne narządami zmysłów — z mózgiem. Zwierzęta żyjące na drzewach w ogóle, a małpy w szczególności, mają wyjątkowo duże mózgi, bo ilość informacji docierających z trójwymiarowego świata jest znacznie większa niż z płaskiego, a informa-

cje wzrokowe i konieczność ich wyrafinowanej obróbki są dla mózgu wyjątkowo obciążające. Duży mózg, który odziedziczyliśmy po małpach (i twórczo potem rozwinęliśmy), to następna pamiątka przeszłości bardzo przydatna w pisaniu. Oczy skaczących małp muszą pozwalać na precyzyjną ocenę wszystkich aspektów trójwymiarowej przestrzeni, na przykład dostrzegać głębię, czego bez nakładania się obrazów odbieranych przez każde z dwojga oczu osiągnąć nie można. To właśnie spowodowało przesunięcie oczu na przód czaszki i jej spłaszczenie — wśród naziemnych głównie ssaków proces rzadki i niezwykły.

Kolejna zmiana, też po części wiążąca się ze wzrokiem i budową czaszki, dotyczyła diety. Drobne ssaki ze względu na swój szybki metabolizm muszą polegać na bogatych źródłach pokarmu, co ogranicza je do dwóch głównych źródeł pożywienia: owadów (w czym celują owadożerne) lub ziaren (w czym wyspecjalizowały się gryzonie). Na drzewach ten repertuar mógł ulec rozszerzeniu o dwa kolejne źródła, zarezerwowane dotąd głównie dla ptaków — kwiaty (nektar) i owoce. Zarówno kwiaty, jak i owoce są kolorowe, co ma służyć do ich łatwiejszej lokalizacji przez zwierzęta, wykorzystywane przez rośliny do pomocy w rozmnażaniu. Tyle że ssaki nie widzą kolorów, którą to zdolność utraciły podczas swej liczącej prawie 150 milionów lat nocnej egzystencji w mezozoiku. Otwierająca się przed naczelnymi nowa nisza owocożerności stwarzała więc nacisk selekcyjny na odtworzenie tej zapomnianej umiejętności i to właśnie nastąpiło przy przejściu od zasadniczo owadożernych małpiatek do głównie roślino- (w tym owoco-) żernych wyższych naczelnych, czyli antropoidów (lub — nie całkiem ściśle — małp), a także lemurów, które — choć zwykle zaliczane do małpiatek — przeszły w swej izolowanej wyspowej ojczyźnie, na Madagaskarze, tę samą ewolucyjną drogę, co małpy na kontynentach. Lokalizowanie owadów za pomocą węchu może odbywać się równie dobrze nocą, co za dnia, bo światło nie odgrywa w tym żadnej roli. Małpiatki (poza lemurami) nie miały więc powodów, by zmieniać swój tradycyjny nocny tryb życia. Ale wzrok, a zwłaszcza widzenie kolorów, wymaga światła, to zaś sprzyjało zmianie utrwalonych nawyków. Tak właśnie w naszej linii rodowej rozpoczęło się gremialne wychodzenie z mroku. W pewnym sensie małpy są taką dzienną i większą wersją małpiatek.

Zmiana diety, wyjście na światło dnia i nadrzewne akrobacje — trzy wystarczająco radykalne wydarzenia w naszych dziejach rodowych — pocią-

gnęły za sobą inne, nie mniej istotne zmiany w anatomii i zachowaniach. Jedna z nich dotyczy budowy pyska, który zaczął przekształcać się w twarz. Druga — budowy grzbietu, stopniowo zmieniającego się w plecy. Trzecia, behawioralna, to narodziny społeczności w miejsce mniej lub bardziej wyraźnej samotniczości.

Wydłużony i spiczasty pysk, zakończony mokrym nosem, to typowy model budowy przedniej części czaszki małych ssaków żywiących się owadami — taki kształt pasuje do anatomii drobnych bezkręgowców, a wydłużony przewód nosowy zwiększa skuteczność narządu węchu. Wilgotność nosom zapewnia fakt, że obie połówki tego narządu schodzą się, ale nie zrastają, na końcu górnej szczęki, a powstały w ten sposób rowek stale dostarcza nozdrzom śluzowatej wydzieliny. „Mokre nosy” to charakterystyczna cecha wszystkich prymitywnych ssaków, po których cechę tę odziedziczyły prawie wszystkie współczesne ssaki (kto nie wierzy, niech sprawdzi u zaprzyjaźnionego psa lub kota). Małpy (antropoidy) są inne — i wyjątkowe, bo mają „suche nosy”[21] i spłaszczone pyski, co zawdzięczają zarówno swej nowej diecie, jak i ważnej również w tym kontekście rezygnacji ze zmysłu powonienia na rzecz wzroku. Wszystko to przyczyniło się do ogólnego spłaszczenia pyska, tak w części policzkowej (ze względu na przesunięcie oczu), jak i szczękowej (skrócenie). W ten sposób powstała twarz, czyli „narząd”, jaki wśród ssaków mają tylko „wyższe” naczelne i ludzie (a wśród ptaków sowy; te ptaki są symbolem mądrości nie ze względu na intelektualne dokonania, ale ze względu na rzadki i podobny do ludzkiego kształt głowy).

A plecy? Ta wyjątkowa wśród ssaków cecha rozwinęła się tylko w naszej linii rodowej i nawet zwykłe (zwierzokształtne, czyli ogoniaste) małpy jeszcze jej nie mają. Małpy ogoniaste biegają i skaczą pomiędzy gałęziami, co w znacznym stopniu ogranicza ich wielkość — muszą być bardzo zwinne i w miarę lekkie, bo „lot” w powietrzu czegoś takiego wymaga. Dość wcześnie w ewolucji naczelnych od małp oddzieliła się jedna linia (człekokształtnych, czyli hominidów), która zaczęła się specjalizować w nieco innym sposobie lokomocji. Te zwierzęta zamiast po gałęziach biegać zaczęły się z nich zwieszać, obejmując je mocno zaciśniętymi dłońmi (taki zwisowy sposób lokomocji nazywa się brachiacją, a poruszające się tak zwierzęta — brachiatorami). Małpy te częściej również wspinały się po pniach (przyjmując wtedy z konieczności postawę wyprostowaną i pionową), a zwisając po-

tem na gałęziach (też pionowo), wykonywały wahadłowe ruchy z użyciem jednej lub obu rąk, co mogło — przy odpowiednio silnym wahnięciu — umożliwić przeskok na sąsiednią gałąź. Były to więc inne skoki niż w przypadku zwykłych małp, angażowały tylko jedną (górną) parę kończyn (którą odtąd można nazywać rękami) i odbywały się przy zasadniczo pionowym ułożeniu ciała, a więc prostopadle do kierunku ruchu, a nie — jak u małp zwierzokształtnych — równolegle. Wszystko to przyczyniło się do zasadniczej przebudowy anatomii: ręce uległy wydłużeniu i wzmocnieniu, łączące je z mostkiem obojczyki rozeszły się na boki, rozszerzając grzbiet i przekształcając go w płaskie plecy, a nogi — znacznie już mniej zaangażowane w nadrzewną akrobację — stały się krótsze, słabsze i gorzej przystosowane do lokomocji. Zanikł też ogon, który czworonożnym zwierzętom służy głównie do balansowania ciała obciążonego z przodu głową (przy poziomych skokach między gałęziami również do sterowania lotem), ale u form spionizowanych staje się bezużyteczny, przy podniebnych akrobacjach zaś może już tylko przeszkadzać. Z czworonożnych małp zwierzokształtnych narodziły się dwuręczne i pozbawione ogona człekokształtne. Wszystkie te cechy odziedziczyli po nich ludzie. Anatomicznie jesteśmy wciąż brachiatorami.

Tyle że już tylko anatomicznie, czego pamiątką jest nasza zdolność do unoszenia rąk do góry (inne ssaki, nie mające za sobą takiej brachiacyjnej przeszłości, nie potrafią tego zrobić, co znów można by łatwo sprawdzić na dowolnym z naszych domowych lub udomowionych zwierząt — choć szczerze odradzam takie nieludzkie doświadczenia). Behawioralnie jednak nie jesteśmy nadrzewnymi brachiatorami, tylko naziemnymi dwunogami, co jest świadectwem kolejnej i najważniejszej ze wszystkich, radykalnej zmiany, jakiej dokonaliśmy: zejścia na ziemię i ostatecznego zerwania z naszą sięgającą 60 milionów lat nadrzewną przeszłością. Co za paradoks: dokonało się to u tych naczelnych, które najpełniej przystosowały się do nadrzewnego („arborealnego”) świata (skrajne brachiatory — jak orangutany i gibony — prawie nigdy nie opuszczają drzew) i to w oparciu o dolną parę kończyn, które uległy redukcji i w znacznym stopniu utraciły swe zdolności lokomocyjne na rzecz rąk. Fakt, że to się udało i to w dodatku istotom przechodzącym z bezpiecznego lasu do jednego z najgroźniejszych środowisk świata, afrykańskiej sawanny, jest z pewnością wyjątkowym wyczynem, nawet jak na naszą długą i znaczoną zaskakującymi wydarzeniami historię

rodową. W Rozdziale 8. przyjrzymy się bliżej tej przedziwnej metamorfozie brachiatora w dwunożnego mieszkańca otwartych przestrzeni.

[1] U trylobitów, co rzadkie, soczewki zbudowane były z przezroczystych kryształków kalcytu, co zdecydowanie zwiększało szanse na fosylizację.

[2] Bohaterem tej anegdotki jest znany z błyskotliwych idei i barwnego życiorysu angielski ewolucjonista J.B.S. Haldane. Sam cytat znany jest w kilku wariantach i pochodzi jeszcze z czasów Darwina, który swą karierę naturalisty zaczynał jako namiętny zbieracz chrząszczy. W innej wersji zdanie to brzmi: „Jeśli można sądzić o naturze Stwórcy na podstawie dzieła stworzenia, to wydaje się, że przejawiał On niepohamowaną skłonność do gwiazd i chrząszczy".

[3] Mowa tu o rybach nektonicznych z naszej linii ewolucyjnej. Ryby były silnie rozgałęzioną grupą, wśród której nie brakowało form, które powróciły do życia na osadzie, choć zachowały zdolność do pływania (np. wymarłe ryby pancerne lub współczesne płaszczki i płastugi).

[4] Jennifer Clack, która dokładnie przebadała szkielety ichtiostegi i akantostegi, twierdzi zresztą, że żadna z tych form nie wykazuje wyraźnych śladów, które wskazywałyby, że w ogóle opuszczały wodę; ich kończyny służyły raczej do chodzenia po dnie, a nie po suchym gruncie.

[5] Wyjątkiem mogą być skoczki plażowe, żyjące w wodach namorzynowych i bardzo sprawnie chodzące po plażach, a nawet wchodzące na drzewa. Nic nie wskazuje jednak, by mogły i chciały przenieść się dalej…

[6] Oczywiście, mowa tu tylko o linii bezpośrednich przodków człowieka. Od linii tej wielokrotnie odchodziły boczne gałęzie, prowadzące do wtórnie morskich zwierząt: ichtiozaurów, plezjozaurów, mozazaurów, waleni, syren, a także takich, które jeszcze się „wahają", np. fok i wydr morskich. Wreszcie, pod sam koniec tej historii, również i przodek człowieka bardzo zbliżył się do morza — o ile nie poszedł krok dalej (to oczywiście aluzja do koncepcji „wodnej małpy", niestrudzenie popularyzowanej przez Elaine Morgan). Choć w wersji prezentowanej przez Morgan jest ona nie do przyjęcia, to faktem pozostaje, że człowiek jest najbardziej „wodną" ze wszystkich małp.

[7] Mark i Dianna McMenamin, *Hypersea, Life on Land*, Nowy Jork 1994.

[8] „Pasożyt" to kategoria bardzo szeroka; dotyczy wielu relacji dwu lub więcej gatunków, w skrajnych przypadkach również takich, gdy kontakty nie tylko nie szkodzą żadnej ze stron, ale wręcz mogą być dla obu korzystne, choć wtedy mówimy już raczej o komensalizmie.

[9] Stąd powszechność w morzach zapłodnienia zewnętrznego (gamety wypuszczane są do wody) i zastąpienie go przez bezpośredni kontakt partnerów (kopulację) na lądach. Płyn nasienny przemieszcza się w tym przypadku kanałami wewnętrznymi, co chroni go przed wysychaniem.

[10] A także roślin zarodnikowych, których zarodniki — jak skrzek płazów — muszą rozwijać się w wodzie. Powstanie odpornych na wysychanie nasion (tak jak odpornych na wysychanie jaj) pozwoliło roślinom kolonizować obszary suche i jest pięknym przykładem konwergencji: znajdywania podobnych rozwiązań na podobne wyzwania u bardzo różnych grup organizmów.

[11] I — znów — to samo dotyczy roślin zarodnikowych — paproci, widłaków czy skrzypów.

[12] Poprzednia, o której mówiliśmy, skończyła się w późnym prekambrze i objęła całą planetę. Pod koniec ordowiku nastąpiło jeszcze jedno ograniczone przestrzennie i czasowo (objęło głównie teren dzisiejszej Sahary i trwało ok. dwóch milionów lat) zlodowacenie, które nie wywarło jednak wpływu na ewolucję zwierząt lądowych, bo tych jeszcze na lądach po prostu nie było.

[13] Zainteresowanych mogę odesłać do moich wcześniejszych książek *Mieszkańcy światów alternatywnych* i *Przepis na człowieka*, gdzie problem ten omawiam szczegółowo. Myśl o „ciepłokrwistości" terapsydów i innych zaawansowanych kręgowców lądowych związana jest z wielką debatą nt. nowego spojrzenia na dinozaury i zwykle dyskutowana przy jej okazji. Wśród najlepszych i przystępnie napisanych pozycji wymienić można: Thomas, R.D.K., Olson, E.C. (1980), *A Cold Look at the Warm-Blooded Dinosaurs*; Bakker, R.T. (1986); *The Dinosaur Heresies*, New York: William Morrow; Benton, M.J. (2005), *Were the Dinosaurs Warm-Blooded or Not?*, [w:] *Vertebrate Palaeontology* (3rd ed.), Wiley-Blackwell, s. 221–223. Dobre podsumowanie tych zagadnień można znaleźć w haśle „Dinosaur renaissance" w angielskiej Wikipedii.

[14] Średni czas trwania gatunków małży oblicza się na ok. pięciu milionów lat, ssaków na pół miliona.

[15] Granica między terapsydami a ssakami jest nieostra, formalnie ustanawia się ją na podstawie budowy kości żuchwy i ucha środkowego, bo różne z typowo ssaczych cech pojawiały się w różnych liniach terapsydów w różnym czasie.

[16] Zdarzały się, rzecz jasna, odstępstwa od tego dominującego wzorca małych, owadożernych i nokturnalnych ssaków, co przy tak rozległej radiacji adaptatywnej (tak określa się ekologiczne zróżnicowanie nowo powstających linii rozwojowych) nie może dziwić. W ostatnich latach opisano kilka gatunków większych ssaków, w tym żyjącego w wodzie i zewnętrznie podobnego do bobra *Castorocauda*, fruwające lotem ślizgowym *Volaticotherium*, a też i drapieżnego *Repenomamusa*, w którego żołądku znaleziono nawet szczątki małego dinozaura, który był zapewne jego ostatnim posiłkiem!

[17] To Chixculub, o średnicy prawie 300 kilometrów, dzisiaj przykryty młodszymi osadami.

[18] Ten scenariusz późnokredowego wymierania, zgodny z modelem tzw. nocy jądrowej (bo opracowany początkowo jako scenariusz możliwych następstw wojny nuklearnej na pełną skalę), jest najbardziej prawdopodobnym obrazem skutków kolizji z planetoidą. Nie jest wykluczone, że do tej katastrofy przyczyniły się również bardzo intensywne erupcje wulkaniczne, jakie pod koniec kredy zachodziły na obszarze Indii, gdzie do dziś pokrywy lawowe z tego czasu budują znaczne obszary Dekanu.

[19] W tym kokolitów i otwornic, czyli głównych składników kredy piszącej i podstawy piramidy troficznej w oceanach.

[20] Tzw. nie-ptasie, bo ptaki — dziś też zaliczane do dinozaurów — przetrwały.

[21] Stąd zresztą formalny podział naczelnych na Strepsirhini i Haplorhini, czyli mokro- i suchonose właśnie. Dawniejszy podział na małpy i małpiatki, który dotąd stosowaliśmy, pomijał fakt, że jedna grupa tych „małpiatek” — wyraki, ma jednak suche nosy i dlatego zalicza się (jak my i inne małpy) do Haplorhini.

Rozdział czwarty

Azjatyckie poszukiwania

Jeden „test na niezwykłość” mamy więc już za sobą i wypadł on nadspodziewanie pomyślnie — należymy do linii ewolucyjnej, która w swych dziejach zachowywała się bardzo nietypowo. Jesteśmy, jeśli można tak powiedzieć, specjalistami od zmian i nagłych zwrotów ewolucyjnej akcji. Wszystkie te zmiany odcisnęły się na naszej anatomii, zachowaniach i psychice i wszystkie też zapisały się jakoś w naszych genach. Ewolucja przechowuje pamięć przeszłości, więc przychodzimy na świat z bagażem ewolucyjnych wspomnień: z mózgiem gadów i emocjami wczesnych ssaków na przykład. Nie powinniśmy o tym bagażu zapominać, bo łatwo może zamienić się w balast.

Czas teraz na drugi test, czyli sprawdzenie, czy również miejsce narodzin człowieka (tzn. gatunku *Homo sapiens*, ale też jego przodków, a może i całej linii rodowej hominidów) nie wyróżniało się czymś szczególnym, a jeśli tak, to jak ta jego wyjątkowość mogła wpłynąć na nasze powstanie. Na ten temat w literaturze znajdziemy jedynie skąpe informacje, dostępne zaś niewiele wnoszą do naszej wiedzy o antropogenezie. Tak jakby dla każdej małpy zmiana w człowieka była na tyle atrakcyjna, że nie ma nawet po co pytać, co jedną z nich do tego pchnęło.

Ewolucjonizm, najogólniej mówiąc, zajmuje się problemem filiacji gatunków, czyli tym, który gatunek dał początek któremu, rzadko zaś odpo-

wiada na pytania, gdzie to się wydarzyło, bo tego najczęściej nie wiemy, a poza tym mało kto uważa, by miało to jakieś szczególne znaczenie. W czasach przedewolucjonistycznych wielu przyrodników patrzyło jednak na ten problem inaczej i karierę robiło pojęcie centrum stworzenia, czyli miejsca, gdzie gatunek został powołany do życia, do którego był najlepiej przystosowany i skąd później mógł się rozprzestrzeniać na inne obszary. W odniesieniu do człowieka takim miejscem najbardziej dosłownego stworzenia był oczywiście raj (Eden) i wielu religijnie nastawionych badaczy próbowało nawet określić jego lokalizację w oparciu o różne mgliste wzmianki zawarte w Biblii. Mit pierwszych ludzi, Adama i Ewy, wiodących beztroskie życie w raju, czyli najlepszym ze wszystkich miejsc na Ziemi, przeorał głęboko naszą świadomość, także naukową, nic więc dziwnego, że nawet dziś niektórzy antropolodzy z chęcią nawiązują do tych archetypowych zdarzeń z naszej przeszłości.

Nim głos zabrała antropologia, czyli w poszukiwaniu raju

Obraz rajskiego ogrodu jest ważny również dlatego, że odzwierciedla głęboko przez wielu żywione przekonanie, że człowiek musiał narodzić się w miejscu jakoś szczególnie uprzywilejowanym, które od początku (a raczej na początku) musiało sprzyjać naszej pomyślności. Pytając o warunki, które nas stworzyły trudno więc pominąć ten jeden z najgłębiej zakorzenionych mitów ludzkości — mit błogosławionych początków, które utraciliśmy, ale do których wciąż podświadomie tęsknimy i do których chcielibyśmy powrócić. Porównajmy więc ten mityczny obraz raju z obrazem kolebki, o której mówi antropologia, a zobaczymy jak bardzo nasze podświadome oczekiwania rozmijają się z naszą realną ewolucyjną historią.

Choć myśl europejska pojęcie raju przejęła z hebrajskiej Biblii, to w istocie było ono obecne we wszystkich niemal tradycjach i do Hebrajczyków dotarło już w ukształtowanej postaci (słowo raj wywodzi się ze staroirańskiego *rāy*, oznaczającego obfitość, dobrobyt i szczęście). Już greckie *parádeisos* i perskie *paradis* to miejsca ogrodzone (wydzielone), rodzaj parku z bujną roślinnością, pokojowo nastawionymi zwierzętami i ludźmi żyjącymi w stanie pełnej błogości, bez trosk i bez bojaźni. Czy tak mogła się zacząć nasza historia?

Zapytajmy najpierw, czy ów mityczny Eden to konkretne miejsce na Ziemi, czy raczej metaforyczne odwzorowanie niebiańskiego ładu, swoisty „obraz i podobieństwo” niebieskiego „ekosystemu” (tak jak człowiek, który został w nim umieszczony, miał być — według Żydów — stworzony „na obraz i podobieństwo” Stwórcy). W literaturze rabinicznej panuje zgoda, że pojęcie Gan Eden (ogród Edenu) obejmuje dwie rze-

czywistości — jedną duchową (wyższy Gan Eden), gdzie w bliskości Boga przebywają dusze sprawiedliwych, i dolny Gan Eden, czyli ziemskie Ogrody Edenu, siedlisko bujnie rozkwitających roślin, przyjaznych ludziom (i sobie wzajem) zwierząt i ogólnie wszelkiej obfitości. Wiadomo, że było tam wiele drzew „miłych dla oka i smaczne owoce rodzących", a pośrodku rosły dwa drzewa o specjalnym znaczeniu: Drzewo Życia i Drzewo Wiadomości Dobrego i Złego. Ten biblijny ogród został przez Boga specjalnie stworzony (lub tylko wydzielony ze względu na te wyjątkowe warunki), a potem jeszcze odizolowany od reszty świata. Ważną rolę odgrywała przepływająca tędy rzeka, z której wypływały cztery odnogi — Piszon, Gichon, Chiddekel i Perat. Dwie ostatnie utożsamiane były odpowiednio z Tygrysem i Eufratem i z tego względu wielu badaczy próbowało zlokalizować Eden w Mezopotamii, choć mimo licznych debat biblistów i historyków identyfikacja dwóch pierwszych rzek nigdy się nie powiodła, a wiązanie biblijnego Eufratu i Tygrysu z ich współczesnymi odpowiednikami może, choć nie musi być uzasadnione[1].

W ujęciu judeochrześcijańskim egzystencja w raju zakończyła się wraz ze zjedzeniem owocu z Drzewa Wiadomości Dobrego i Złego, co pociągnęło za sobą kaskadę zdarzeń: utratę niewinności przez Adama i Ewę, poznanie przez nich swojej cielesności (i, co za tym idzie, wstydu), a wreszcie wygnanie z raju i skazanie na dalsze życie w znoju, trudzie i strachu. Ogród został zamknięty, a wstępu do niego strzegą odtąd cherubiny z ognistymi mieczami. Według tradycji żydowskiej kiedyś, w przyszłości, Bóg przywróci jeszcze raz Eden (albo stworzy go od nowa).

Te potężne i głębokie metafory wpłynęły na wyobraźnię wielu antropologów, którzy próbowali — a niektórzy wciąż próbują — znaleźć w nich analogie do dramatycznych zwrotów z naszej ewolucyjnej historii. Dwie z takich interpretacji przewijały się najczęściej i obie pozwalają w nowy sposób spojrzeć na biblijny mit. Wybitny brytyjski biblista i znawca historii starożytnego Izraela Alan Millard sugerował, że Ogród Edenu to nie tyle konkretne miejsce geograficzne, co rodzaj „zbiorowej pamięci" (utraconej) egzystencji, pamięci przedrolniczych czasów, gdy człowiek żył z tego, co było dostępne w jego otoczeniu i mógł swobodnie korzystać z gotowych darów natury. Z wygnaniem z raju Millard utożsamia rewolucję neolityczną, czyli przejście do osiadłego trybu życia i pracy na roli; odtąd człowiek sam miał w trudzie i znoju zdobywać środki umożliwiające mu dalszą egzystencję. Według innej interpretacji, opisanej przez Carla Sagana w książce *The Dragons of Eden: Speculations on the Evolution of Human Intelligence* [*Rajskie smoki. Rozważania o ewolucji ludzkiej inteligencji*] z 1977 roku, raj odpowiadałby leśnemu etapowi naszej egzystencji, gdy wczesne hominidy żyły w warunkach względnego bezpieczeństwa i obfitości pożywienia (owoców), po które wystarczyło wyciągnąć rękę i, co więcej, którego nie trzeba było zabijać. Zejście na sawannę, zmiana diety na mięsną i stylu życia na łowiecki odpowiadałyby w tym ujęciu wygnaniu z raju i, niejako, wyrośnięciu z błogiego ewolucyjnego dzieciństwa.

Zostawmy jednak mity, ogrody Edenu i centra stworzenia i wróćmy do nauki. Większość tekstów odnoszących się do ewolucji zaczyna się obowiąz-

kowo od Darwina i nie będziemy się wyłamywać z tej tradycji, zwłaszcza że Darwin na każdy niemal temat miał do powiedzenia coś naprawdę ważnego. Również na temat miejsca narodzin człowieka, czy raczej — jak wtedy mówiono — kolebki „brakującego ogniwa”. Otóż twórca teorii ewolucji, co pewnie niektórzy z czytelników wiedzą, bo jest to jedno z częściej cytowanych jego twierdzeń, mających podkreślać jego przenikliwość i naukową bezstronność, umieszczał tę kolebkę w Afryce, podczas gdy długo jeszcze potem niemal wszyscy, którzy się na ten temat wypowiadali, optowali raczej za Azją lub — rzadziej — Europą.

Dlaczego Darwin wskazał na Afrykę jako miejsce narodzin człowieka?[2] Powód był prosty, teza ta bowiem stanowi bezpośrednią konsekwencję jego „prawa sukcesji gatunków”, czyli kluczowej obserwacji, jaką i on i Wallace poczynili podczas swych dalekich zamorskich podróży, a mianowicie odkrycia, że przodkowie współcześnie żyjących gatunków zamieszkiwali obszary, na których ich potomkowie nadal występują. Oto, co w *O pochodzeniu człowieka* Darwin pisał na ten temat:

> Zrozumiałe jest nasze dążenie do zbadania, gdzie była kolebka rodu ludzkiego na tym etapie rozwoju, kiedy nasi przodkowie oddzielali się od pnia małp wąskonosych. […] Żyjące dziś na każdym większym obszarze świata ssaki są ściśle spokrewnione z wymarłymi gatunkami występującymi na tym samym terenie. W związku z tym prawdopodobnie Afryka była pierwotnie zamieszkana przez wymarłe już obecnie małpy człekokształtne blisko spokrewnione z gorylem i szympansem; ponieważ te dwa gatunki są obecnie najbardziej zbliżone do człowieka, jest bardzo prawdopodobne, że nasi wcześni przodkowie żyli raczej na kontynencie Afryki niż gdziekolwiek indziej[3].

Skądinąd to „najbliższe pokrewieństwo” człowieka i wielkich małp afrykańskich nie było dla wszystkich oczywiste, co, zważywszy na ogólne podobieństwo wszystkich małp człekokształtnych (to w końcu dlatego łączono je zawsze razem, a człowieka z tej grupy wyłączano) i brak jakichkolwiek specyficznych cech, które by wyróżniały człowieka spośród reszty naczelnych, nie powinno nikogo dziwić. Linneusz już sto lat wcześniej pisał, że nie widzi żadnej jakościowej cechy, która by nas od innych naczelnych oddzielała, więc określenie stopnia pokrewieństwa człowieka i innych małp mogło opierać się tylko na bardzo ogólnych, a więc z konieczności arbitralnych argumentach. Pamiętajmy, były to czasy, gdy zaczynano dopiero poszczególne gatunki małp naukowo opisywać i rozróżniać i nawet takie

określenia jak szympans i orangutan czasem stosowane były wymiennie. Formułując tę opinię, Darwin oparł się po prostu na pracach i autorytecie swego przyjaciela i „buldoga” Thomasa Huxleya, który dowodził, że z wszystkich małp człekokształtnych najwięcej cech ludzkich wykazują szympansy i goryle, a nie orangutany i gibony[4]. A ponieważ ta pierwsza dwójka żyje tylko w Afryce, a druga — tylko w Azji, więc zgodnie z zasadą, że gatunki pokrewne występują na bliskich sobie geograficznie terenach, również człowiek powinien narodzić się gdzieś na „Czarnym Lądzie”. Jak widać, argumentem nie były jakiekolwiek szczególne okoliczności, które by za Afryką przemawiały. Przeciwnie, panowało powszechne przekonanie, że naszą kolebką były suche, otwarte i bardziej wymagające tereny, trudniejsze do życia niż wilgotna i bezpieczna dżungla, stwarzająca może odpowiednie warunki dla gnuśnych małp, ale nie dla tak ekspansywnego i skłonnego do innowacji gatunku jak człowiek. Poza tym, wbrew natrętnie przywoływanej tezie o prekursorstwie Darwina, on sam przywiązywał do tej sugestii o afrykańskiej kolebce ludzkości bardzo małe znaczenie. Cytowane zdanie jest po prostu wyjęte z kontekstu i już następne ujawnia, że była to tylko rzucona mimochodem uwaga, a nie ważny element jego koncepcji pochodzenia człowieka. Niewiele dalej bowiem Darwin pisał:

> Rozważania teoretyczne na ten temat są jednak daremne, ponieważ w górnym miocenie żyła w Europie małpa człekokształtna dorównująca wielkością człowiekowi, a mianowicie *Dryopithecus Lartet*, która była bardzo blisko spokrewniona z człekokształtnym gibonem. A od tego tak odległego czasu geologicznego z pewnością musiało zajść wiele doniosłych zmian stwarzających odpowiednie warunki do migracji na wielką skalę.

co przecież oznacza, że nasz przodek mógł występować na innym obszarze niż jego ludzki potomek. Zresztą owo domniemane nieco bliższe pokrewieństwo z małpami afrykańskimi, nawet gdyby Huxley miał silne dowody na jego poparcie, i tak niewiele zmieniało w ogólnym stanowisku Darwina, który jak niemal wszyscy wcześni ewolucjoniści odsuwał człowieka możliwie daleko od „małp” i zakorzeniał naszą linię głęboko na drzewie rodowym naczelnych, pisząc, że ludzie oddzielili się od innych małp, zanim jeszcze pojawiły się na świecie jakiekolwiek małpy człekokształtne. Kolejne zdanie w *Pochodzeniu człowieka* brzmi: „Bardzo niewiele wiemy, jak dawno człowiek oddzielił się od pnia małp wąskonosych, wszakże mogło to

nastąpić w epoce tak odległej jak eocen, gdyż — jak na to wskazuje istnienie *Dryopithecus* — wyższe małpy oddzieliły się od niższych już w górnym miocenie". Wynika stąd, że człowiek ma może nieco więcej cech szympansów i goryli niż orangutanów i gibonów, ale i tak wszystkie małpy człekokształtne są bliższe sobie wzajem (i tworzą odrębną grupę — człekokształtnych właśnie) niż którakolwiek z nich człowiekowi. Jest w tym myśleniu oczywista sprzeczność wewnętrzna (jeśli małpy człekokształtne miały wspólnego przodka, który żył po oddzieleniu się linii ludzkiej, to żadne podobieństwo człowieka do którejkolwiek z tych małp nie może świadczyć o wspólnocie pochodzenia), ale trudno o to winić Darwina, bo nikt w jego czasach — ani jeszcze długo potem — nie mógł przypuszczać, że ludzie od małp oddzielili się tak niedawno. To nasze nadzwyczajne pokrewieństwo, mimo braku wyraźnego podobieństwa, ujawniły i pozwoliły zrozumieć dopiero osiągnięcia współczesnych biochemików i beznamiętne obliczenia ich komputerów, konstruujących ewolucyjne drzewa największego prawdopodobieństwa w oderwaniu od jakichkolwiek „oczywistych prawd" o ludzkiej odrębności. Programy, które na tych komputerach zainstalowano, przerabiając tysiące danych „na wejściu", na wyjściu skonstruowały (obok milionów innych, nieco mniej prawdopodobnych) najbardziej prawdopodobne drzewo rodowe człowieka, nie przejmując się w najmniejszym stopniu tym, że to jedno akurat kompletnie burzy całą naszą dotychczasową wiedzę, zrodzoną w dużym stopniu z przeświadczenia o wyjątkowości człowieka. Może gdyby komputery były mądrzejsze i gdyby wbudowano im takie same przeświadczenia (przesądy?), jakie żywili programiści, ich werdykt byłby inny i bardziej zgodny z oczekiwaniami. Ale maszyny są głupie…

Tak więc afrykański trop u Darwina nie przybliża nas w niczym do zrozumienia, co takiego miało być w tym miejscu, że tam właśnie, a nie gdzie indziej, narodzili się ludzie. W kontekście prekursorstwa Darwina ważniejsze było zresztą jego głębokie przekonanie, że „kolebka" była tylko jedna. Większość ówczesnych badaczy hołdowała myśli o poligenizmie naszego gatunku (lub wręcz głosiła tezę, że ludzie nie tworzą jednego gatunku): różne rasy miały, a w każdym razie mogły, wywodzić się od różnych przodków, więc samo pojęcie jednej kolebki nie było w takim ujęciu potrzebne. Każda z „wielkich" ras (tzn. biała, czarna i żółta) mogła przecież wywodzić się od innej małpy. Szympansy czy goryle były może dobre dla czarnych,

ale biali powinni sobie poszukać jakichś lepszych antenatów. Na przykład wśród orangutanów, daleko na wschodzie[5].

Skąd brała się popularność tego azjatyckiego scenariusza, jawnie, jak dziś wiemy, pozbawionego podstaw? Może jego zwolennicy mieli jednak jakieś ważne i ciekawe argumenty na swe poparcie? W końcu pierwszy w dziejach antropologii „małpolud", czyli pitekantrop z Jawy, został odkryty właśnie w oparciu o przekonania zwolenników takiego scenariusza, choć to oczywiście nie świadczy jeszcze o jego poprawności. Przyjrzyjmy się więc tym argumentom.

Już pierwszy trop przynosi zaskoczenie, wiedzie bowiem do mitycznego, zatopionego lądu Lemurii, który nigdy nie istniał, i do jednego z największych ewolucjonistów XIX wieku, a przy okazji bez wątpienia najwybitniejszego propagatora darwinizmu na kontynencie europejskim — Ernsta Haeckla[6].

Skąd się wzięła Lemuria? Był to początkowo jeden z wielu pomostów lądowych i zatopionych kontynentów, jakie wcześni paleobiogeografowie wymyślali, by zaradzić paradoksom nieustannie ujawniającym się w ich dziedzinie nauki, która odkrywała zadziwiające podobieństwa dawnej fauny i flory między kontynentami rozdzielonymi przez nieprzekraczalne bariery oceaniczne. Na przykład podobieństwa paleontologiczne w osadach z końca paleozoiku i początków mezozoiku między wszystkimi lądami południa (z Indiami włącznie) albo Ameryki Północnej i Eurazji w osadach wczesnego kenozoiku były tak wyraźne, że bez bezpośredniej łączności między kontynentami nie sposób było ich wytłumaczyć. A przecież kontynenty nie mogły się poruszać — tak wtedy uważano — więc jedynym wyjściem było założenie istnienia pomostów między nimi, takich jak np. dzisiejszy przesmyk panamski łączący obie Ameryki albo Synaj stanowiący lądowy pomost między Afryką i Eurazją. Podobne przesmyki, a czasem całe kontynenty, musiały kiedyś łączyć inne lądy, a potem musiały się zapaść, zupełnie jak Atlantyda — mityczna wyspa, od czasów Platona aż po do dziś pobudzająca wyobraźnię milionów ludzi, naukowców nie wyłączając. W drugiej połowie XIX i w początkach XX wieku mit ów działał szczególnie silnie na geologów, bo zatopione kontynenty pozwalały tłumaczyć fakty, które bez nich były kompletnie niezrozumiałe. I choć potem badanie den oceanicznych i koncepcja dryfu kontynentów wykazały, że nigdy ich nie było, ani na Atlantyku, ani na Oceanie Indyjskim i Pacyfiku (co kazało na zawsze

pożegnać się z Atlantydą, Lemurią i Mu) to zarazem — co za paradoks — te same badania dostarczyły niepodważalnych dowodów na istnienie *wielu* zatopionych lądów, które zniknęły, wszystkie na raz, około dziesięciu tysięcy lat temu, wraz z końcem ostatniej epoki lodowej i podniesieniem się wód oceanu światowego o co najmniej sto metrów. Zamiast Atlantydy, Lemurii i Mu mamy dziś poświadczone — i bardzo ważne w ewolucji człowieka! — zatopione lądy: Beringii, Sahulu, Sundy, Tasmantis, Doggerlandu i jeszcze parę innych[7].

Formalne, naukowe narodziny Lemurii to rok 1864, kiedy to znany biolog Phillip Sclater, jeden z pionierów biogeografii, ogłosił artykuł *The Mammals of Madagascar* [*Ssaki Madagaskaru*], w którym ze zdziwieniem zwracał uwagę na większe podobieństwo żyjących i kopalnych naczelnych („lemurów") Madagaskaru i Indii niż Madagaskaru i pobliskiej Afryki, co tłumaczył istnieniem w niedalekiej przeszłości na Oceanie Indyjskim wielkiego lądu, który nazwał właśnie Lemurią, zarówno na cześć malgaskich naczelnych, jak i w nawiązaniu do tajemniczego charakteru samego lądu[8]. Nie był w tym szczególnie oryginalny — wobec ewidentnego podobieństwa fauny Indii i Madagaskaru istnienie takiego lądu postulował przed nim np. francuski biolog Étienne Geoffroy Saint-Hilaire, a także i sam Haeckel — ale Sclater jako pierwszy nadal temu zatopionemu lądowi nazwę, która wpadała w ucho, a w dodatku nawiązywała do naczelnych, co dla ówczesnych ewolucjonistów miało wartość szczególną. O Lemurii nagle zaczęli mówić wszyscy i choć naukowcy umieszczali ją w różnych miejscach, nie tylko na Oceanie Indyjskim, ale też na Atlantyku i Pacyfiku, to sam fakt jej istnienia wszedł do powszechnej świadomości i zawładnął masową wyobraźnią[9].

Haeckel zwrócił uwagę na Lemurię w związku ze swymi rozważaniami nad „brakującym ogniwem", czyli stworzeniem pośrednim między człowiekiem a „małpą"[10], którego mimo usilnych starań nikomu jeszcze nie udało się odnaleźć[11]. W swej największej i najbardziej znanej książce *Natürliche Schöpfungsgeschichte* (*Historia naturalna stworzenia*, 1868) Haeckel, pod wpływem pracy Sclatera i rozgłosu, jaki już wówczas otaczał Lemurię, zamieścił nawet mapę tego hipotetycznego kontynentu z rozchodzącymi się z jego środka promieniście „liniami" różnych ras ludzkich, które z tego „centrum powstania" miały zasiedlić cały glob. Co ciekawe, obok nazwy Lemuria Haeckel napisał w nawiasie słowo *Paradies*, czyli raj.

Lemuria, zdaniem Haeckla, dawała nadzieję na wyjaśnienie paradoksu brakującego ogniwa — przedstawicieli tego gatunku dotąd nie znaleziono, bo żyli na zatopionym kontynencie i ich kopalne szczątki spoczywają dziś na dnie oceanu! Kolebka naszego gatunku zniknęła, kiedy wody oceanu światowego pochłonęły ten tajemniczy ląd. W każdym razie Lemuria trafiła na karty poważnych dzieł, pisanych przez najbardziej nawet materialistycznie nastawionych autorów[12]. W podręcznikach geologii z tego czasu istnienie między Indiami a Afryką zatopionego lądu uznawane było za niekwestionowany fakt naukowy, na tyle że H.G. Wells w swej *Historii świata* (*Outline of History*, 1920) bez wahania napisał, że „kolebka ludzkiej rasy mogła znajdować się na miejscu dzisiejszego Oceanu Indyjskiego".

Sam Haeckel pokusił się nawet, by zrekonstruować i przedstawić graficznie domniemany wygląd owego pierwotnego człowieka-małpoluda z Lemurii: miał być dwunożny, choć lekko przygarbiony, owłosiony, o długich rękach i stosunkowo krótkich nogach, o mózgu mniejszym niż u współczesnego człowieka, ale większym niż u „małpy". Był poza tym pozbawiony ogona i potrafił wytwarzać bardzo proste narzędzia. Nie używał języka, wydawał jedynie nieartykułowane okrzyki, stąd jego łacińska nazwa gatunkowa, którą uzyskał niejako awansem — *Pithecanthropus allalus*, czyli małpolud niemy.

Nazwa to podstawa — Adam w raju też zaczął poznawać świat od nadania nazw zwierzętom i roślinom. Znany więc z „imienia i nazwiska" i żyjący na również niebezimiennym kontynencie „pitekantrop z Lemurii" ożył, zanim na dobre się narodził. Teraz wystarczyło go tylko poszukać i odnaleźć, co też Haeckel zlecił swoim najwierniejszym uczniom i zwolennikom. To właśnie się stało w roku 1891 za sprawą holenderskiego anatoma Eugène'a Dubois, choć przecież na dobrą sprawę nie miało prawa się zdarzyć — Lemuria wszak istniała tylko w wyobraźni Sclatera, a pitekantrop — w wyobraźni Haeckla!

Helena Bławatska, czyli zanim człowiekiem zajęła się nauka

Prawdziwą światową popularność Lemuria zawdzięczała jednak nie pracom Sclatera i Haeckla, czy tym bardziej Dubois, ale niezwykłej osobowości rosyjskiej okultystki Heleny Bławatskiej (właśc. Blavatsky, 1831–1891), założycielki nadzwyczaj w począt-

kach XX wieku i międzywojniu popularnego ruchu teozoficznego, którego urokowi ulegały elity intelektualne na całym świecie, w tym polska, z marszałkiem Piłsudskim włącznie.

Bławatska była osobą ze wszech miar nietuzinkową, a jej życie mogłoby posłużyć za kanwę scenariusza filmu sensacyjnego. Jej ojcem był pułkownik armii carskiej Piotr Aleksiejewicz von Hahn, a matką utalentowana pisarka Jelena Faddiejewna, nazywana rosyjską George Sand. Nazwisko Blavatsky przyjęła Helena po pierwszym mężu, carskim generale Nikiforze Bławatskim, którego rzuciła niemal od razu po ślubie i uciekła konno przez nadwołżańskie stepy do Odessy, skąd przez Konstantynopol popłynęła statkiem do Nowego Jorku. Tam zetknęła się i związała z prawnikiem Henrym Steelem Olcottem, który dzielił z nią pasję do okultyzmu i dla niej zostawił rodzinę. Wspólnie założyli Towarzystwo Teozoficzne, którego ideologię Bławatska rozwijała przez dziesięciolecia. Był to ruch synkretyczny, łączący w sobie idee buddyzmu, hinduizmu, masonerii oraz elementy nauk przyrodniczych, w tym kosmologii, geologii i ewolucjonizmu. Pod wieloma względami, w tym ideologicznego eklektyzmu i swobodnego odwoływania się do nauki, miał wiele wspólnego z dzisiejszym New Age'em. Celem teozofii miało być samodoskonalenie człowieka poprzez docieranie do jego prawdziwej „boskiej" natury, manifestacji tzw. duchowych monad, przenikających wszystkie byty we Wszechświecie — ludzi, planety, galaktyki, a wreszcie i cały kosmos.

Zasadą rozwoju wszystkich takich kosmicznych bytów miała być swoista ewolucja, oparta na uniwersalnej zasadzie przechodzenia przez siedem szczebli rozwoju; w przypadku człowieka siedem „ras podstawowych" („Root Races"), które istniały w przeszłości na zatopionych lądach, w tym na Lemurii (rasa trzecia) i Atlantydzie (rasa czwarta). To właśnie wśród mieszkańców Atlantydy miała powstać piąta rasa, aryjska, do której należy większość współczesnych ludzi i w której odrodzi się najbardziej doskonała część ludzkiej natury, przyjmując w końcu postać rasy szóstej, ta zaś zastąpi przedstawicieli wszystkich mniej zaawansowanych i wcześniejszych ras i zasiedli wskrzeszony ląd Lemurii, który powtórnie wyłoni się z morskich odmętów.

Zainteresowanie teozofów rasami ludzkimi oraz ich klasyfikacją pod względem „doskonałości" współgrało z powszechnymi w tych czasach przekonaniami o kierunkowości ludzkiej ewolucji i o różnym stopniu zaawansowania poszczególnych ras, nie przybierało jednak form dyskryminacyjnych. Przeciwnie, wedle słów samej Bławatskiej najważniejszym celem Towarzystwa Teozoficznego było „Stworzenie zalążka przyszłego uniwersalnego braterstwa wszystkich ludzi, bez względu na rasę, wyznanie, płeć, kastę lub kolor skóry".

Idee teozoficzne przeniknęły do wielu krajów europejskich i tu przybrały silnie lokalne koloryty. W Niemczech szczególną karierę zrobiło pojęcie rasy aryjskiej, najdoskonalszego — jak dotąd — ucieleśnienia ludzkiej ewolucji. Znalazło to wyraz w koncepcji rozwijanej zrazu przez Guido von Lista i Lanza von Liebenfelsa, znanej pod nazwą Ariozofii, z której wyrosła ideologia Towarzystwa Thule, głoszącego supremację „rasy aryjskiej". To z niej między innymi czerpał natchnienie rodzący się ruch nazistowski…

Teozofia dotarła też do Polski i wzbudziła nawet zainteresowanie politycznych elit kraju. Polskie Towarzystwo Teozoficzne, którego członkowie zbierali się we wsi Mężenin koło Siemiatycz nad Bugiem, gromadziło ludzi związanych z obozem sanacyjnym. Jego przywódcą był generał Michał Karaszewicz-Tokarzewski, jeden z dowódców wojny polsko-bolszewickiej 1920 roku, zaufany i bliski współpracownik marszałka Piłsudskiego. We wrześniu 1939 roku Karaszewicz-Tokarzewski stanął na czele Służby Zwycięstwu Polski, pierwszej podziemnej organizacji zbrojnej w okupowanym kraju. Dwa lata więziony przez Sowietów, po amnestii 1941 roku został zastępcą generała Andersa w armii polskiej na Wschodzie. Ten teozof i mason (w roku 1937 zyskał najwyższy 33. stopień masońskiego wtajemniczenia) do końca pozostał wierny zasadzie Uniwersalnego Braterstwa Ludzkości i do końca też walczył z nazistami, którzy — odwołując się do tego samego dziedzictwa — to braterstwo chcieli zniszczyć.

Wróćmy jednak do samej Lemurii[13], antropologii i poszukiwań kolebki brakującego ogniwa. Jeśli to ten zatopiony kontynent był ojczyzną pierwszych ludzi, ich szczątki przepadły na zawsze (a ich brak przemawiał właśnie za taką lokalizacją naszej kolebki), ale mogły zachować się gdzieś na obrzeżach, dalej na wschodzie, gdzie znajdujemy największe zagęszczenie wysp wulkanicznych i ognisko najsilniejszych zjawisk sejsmicznych na świecie. Czegoś takiego należałoby oczekiwać na granicach lądu, który zapadł się pod wodę. Dla człowieka, który jak Eugène Dubois, był uczniem Haeckla, miał obsesję na punkcie poszukiwania najstarszych szczątków człowieka i mieszkał w Holandii, obszar ten pod koniec XIX wieku miał jeszcze jedną niebagatelną zaletę — niemal cały Archipelag Malajski (z wyjątkiem wschodniego Timoru i części Borneo) był wtedy holenderską kolonią znaną jako Indie Wschodnie. Region ten był też siedliskiem kilku gatunków małp człekokształtnych, orangutanów i gibonów, a choć Huxley i Darwin twierdzili, że małpy afrykańskie bardziej przypominały ludzi, wielu europejskich antropologów ich argumenty nie przekonywały. Było w tym sporo racji naukowych (anatomicznie orangutany i gibony pod wieloma względami bardziej przypominają ludzi niż małpy afrykańskie), było też i bardzo wiele uprzedzeń. Biali podróżnicy, antropolodzy i koloniści, którzy w odwiedzanych przez siebie lub podbijanych krajach nieustannie stykali się z przedstawicielami egzotycznych (dla Europejczyka) ludów, żywili dwa sprzeczne kompleksy — wyższości wobec czarnych mieszkańców Afryki i niższości wobec Azjatów. Chociaż Europejczycy zaczynali panować nad całym światem, a w Imperium Brytyjskim „słońce nigdy nie zachodziło”, ludzie ci zda-

wali sobie sprawę, że to nie oni stworzyli najstarsze cywilizacje. Z trzech lądów Starego Świata (a tylko tam mogli narodzić się ludzie — w Australii i obu Amerykach nigdy nie było małp człekokształtnych) Europa znajdowała się niejako pośrodku i choć wówczas dominująca, kiedyś pozostawała w cieniu wielkich cywilizacji, które powstawały (i upadały) dalej na wschodzie. *Ex Oriente lux*[14], mówiono, bo na wschodzie właśnie wyrastały cywilizacje i stamtąd przychodziły nowe idee i wynalazki. Było więc naturalne, że tam też mógł narodzić się przodek człowieka. Za to „czarna" Afryka nie nadawała się zupełnie — była rezerwuarem niewolników i kontynentem, na którym nigdy nie wyrosła wielka cywilizacja; jakim cudem nasz przodek mógłby się stąd wywodzić, skoro mieszkańcy tego lądu ledwo wydobywali się z barbarzyństwa? Również małpy człekokształtne z Azji wyglądały bardziej zachęcająco. Delikatnie zbudowane gibony, chodzące na dwóch nogach w postawie wyprostowanej (jedyne poza człowiekiem naczelne, które nigdy nie przyjmują postawy czworonożnej!), o niemal ludzkich głowach, ze słabo wysuniętymi szczękami i ledwo zarysowanymi wałami nadoczodołowymi (na dodatek potrafiące śpiewać!), były znacznie atrakcyjniejszymi kandydatami na naszych antenatów od wyglądających na troglodytów, niezdarnych goryli czy opętanych manią seksualną szympansów, o wyjątkowo nieapetycznie obrzmiałych i czerwonych okolicach genitaliów, co na pruderyjnych wiktoriańskich intelektualistach robiło jak najgorsze wrażenie. Monogamiczne i wierne aż do śmierci gibony albo samotnicze orangutany kopulujące w pozycji „misjonarskiej" (tzn. twarzą w twarz), o niemal nieodróżnialnych od ludzkich zębach i dziwnie czerwonych futrach („Irish red", jak mówiono) stanowiły zdecydowanie przyzwoitszy materiał na potencjalnych przodków niż wyuzdane i na dodatek czarne szympansy i goryle. To nie znaczy, że takie akurat argumenty najczęściej padały w tej dyskusji (odwoływano się raczej do sprzyjającego innowacjom, suchego i chłodnego klimatu azjatyckich stepów, a nie dusznego, gorącego i wilgotnego, a więc rozleniwiającego, w afrykańskiej dżungli), ale bez wątpienia wpływały one na preferencje antropologów w ich poszukiwaniach kolebki ludzkości.

Takie były motywy, intelektualne podłoże, naukowe podstawy i rasowe uprzedzenia, jakie towarzyszyły młodemu holenderskiemu przyrodnikowi Eugène Dubois, gdy w roku 1887 wyruszał na Malaje z nadzieją na znale-

zienie stanowisk dających szanse na odkrycie szczątków dawnych zwierząt, ale przede wszystkim domniemanego małpoluda.

Eugène Dubois, czyli poszukiwanie Brakującego Ogniwa

Dzieje i rezultaty tej wielkiej naukowej podróży opisywano już wielokrotnie i są one dobrze znane, więc nie ma co tego powtarzać. Nieco szczegółów warto jednak przypomnieć, podobnie jak kilka migawek z życia samego Dubois. Ten holenderski anatom urodził się w miasteczku Eijsden w pamiętnym dla ewolucjonistów roku 1859 i wychowywał na południu kraju, w Limburgii, w pobliżu niewielkiego pagórka (czyli jednej z kilku holenderskich „gór"), zwanego Sint-Pietersberg, czyli górą Świętego Piotra. Zbudowana jak cała Limburgia z późnokredowych margli i wapieni, głównie z okresu mastrychckiego (od pobliskiego Maastricht oczywiście), była od średniowiecza źródłem jedynego dostępnego w tym kraju kamienia budowlanego, dla którego pozyskiwania wykopano gęsty labirynt tuneli, te zaś stały się ulubionym celem wypraw młodego Dubois i źródłem niezliczonych skamieniałości, które były jego pasją. Ta fascynacja zbieractwem i kontaktem z naturą pozostała mu na całe życie — z czasem uznany został za jednego z ośmiu największych kolekcjonerów przyrodniczych świata, a jego Collectie Dubois, przechowywana dziś w Lejdzie, to jeden z najważniejszych zbiorów paleontologicznych.

Już w latach szkolnych Dubois dzięki odczytom wybitnego biologa niemieckiego Karla Vogta zetknął się z zasadami nowej wtedy teorii ewolucji. Studiował medycynę na Uniwersytecie Amsterdamskim, później za namową swego nauczyciela anatomii Maxa Fürbingera rozpoczął karierę naukową na uniwersytecie w Utrechcie. Z czasem coraz bardziej zaczął go pochłaniać problem pochodzenia człowieka. Szczególne wrażenie wywarło na nim, podobnie jak i na samym Darwinie, wielkie dzieło Ernsta Haeckla *Antropogenie oder Enwicklungsgeschichte des Menschen* (*Antropogenia czyli o narodzinach człowieka*) z 1874 roku, a zwłaszcza zamieszczony tam autorski schemat przedstawiający naszą linię rodową biegnącą „od Monera do człowieka", podzieloną na dwadzieścia cztery etapy. Pierwszy etap ilustrował najstarszy organizm, jaki powstał na Ziemi, na ostatnim ukazany był brodaty (oczywiście biały) mężczyzna, czyli przedstawiciel *H. sapiens*, a na przedostatnim, 23. etapie — hipotetyczne ogniwo pośrednie między małpą człekokształtną a człowiekiem, czyli słynny pitekantrop, którego poszukiwaniom, a potem popularyzacji, Dubois poświęcił znaczną część życia.

To stało się jego prawdziwą obsesją. Uznał, że największe nadzieje na znalezienie brakującego ogniwa rokują Indie Wschodnie, istota ta bowiem, jak sądził za Haecklem, żyła w tropikach i jej szczątki mogły się zachować gdzieś na obrzeżach Lemurii. Zwrócił się do holenderskiego Departamentu ds. Kolonii o wsparcie dla swego przedsięwzięcia, ale spotkał go zawód: odpowiedziano mu, by dał sobie spokój z „absurdami Darwina". Również koledzy ze środowiska naukowego, łącznie z samym Fürbingerem, wyrażali się o jego pomysłach nader sceptycznie. W sumie nic dziwnego, nikt dotąd nie szu-

kał szczątków praczłowieka poza Europą, a tym bardziej w tropikach i to na wyspach teraz lub w przeszłości porośniętych lasem deszczowym. To czyste szaleństwo, słyszał od wszystkich. Ale Dubois wierzył, że brakujące ogniwo to nie „absurd Darwina", Malaje jako kolebka to nie szaleństwo, a on musi spróbować szczęścia, zwłaszcza wobec doniesień o odkryciu kopalnego „szympansa", jak określano szczątki małpy człekokształtnej nazwanej *Anthropopithecus indicus* znalezionego w trzeciorzędowych osadach z indyjskich wzgórz Siwalik. Pomógł mu dyplom studiów medycznych — postanowił porzucić karierę akademicką i zgłosić się jako lekarz na statek marynarki wojennej płynący do Batawii (Dżakarty). Jego kandydatura została zaakceptowana i z ośmioletnim kontraktem w ręku 29 października 1887 roku Eugène Dubois wsiadł z towarzyszącą mu żoną i kilkuletnią córeczką na pokład parowca S.S. „Prinses Amalia". W dziejach antropologii ta morska wyprawa na antypody miała odegrać niemal równie ważną rolę, jak wcześniejsza o pięćdziesiąt lat podróż Darwina na żaglowcu (postęp techniczny!) H.M.S. „Beagle" w historii ewolucjonizmu.

Dubois postanowił rozpocząć wykopaliska na Sumatrze, znanej z rozległych wychodni skał wapiennych i towarzyszących im systemów jaskiń, gdzie wcześniej znaleziono kości zwierząt trzeciorzędowych, czyli z tego samego okresu, co „szympans z Siwalików". Jaskinie były bardzo obiecującym miejscem dla kogoś, kto szuka szczątków praludzkich — wszystkie, choć bardzo wówczas jeszcze nieliczne szczątki kopalne człowieka odkryto właśnie w jaskiniach: Feldhofer w Niemczech, Spa w Belgii, Goat Hole w Walii, Tourquay w Anglii. Jeśli ludzie żyli kiedyś w południowo-wschodniej Azji (i na Lemurii…), to kras sumatrzański zdawał się idealnym miejscem do rozpoczęcia poszukiwań.

Niestety, mimo tak ambitnych planów dość szybko musiał pogodzić się z porażką. Owszem — odkopał ogromne ilości świetnie zachowanych kości zwierzęcych, w tym jeleni, słoni, nosorożców, tapirów, nawet gibonów, ale na ślad przodków człowieka nie natrafił. Zdobył za to uznanie w Holandii, zarówno wśród kolegów paleontologów, jak i — co w tym przypadku różnie ważne — u odpowiedzialnych za kolonie władz. W efekcie zyskał gwarancje, że w dalszych badaniach otrzyma pomoc ze strony Departamentu ds. Indii Wschodnich, zarówno finansową, jak i w postaci siły roboczej. Mógł dzięki temu rozszerzyć poszukiwania na inne części Sumatry, ale i tu, mimo serii kolejnych odkryć kości zwierzęcych, ani na jotę nie zbliżył się do swego upragnionego celu.

Jeszcze podczas pobytu na Sumatrze Dubois dowiedział się o odkryciu kopalnego człowieka na sąsiedniej Jawie, gdzie w roku 1888 nad rzeką Solo, w środkowej części wyspy, w miejscu zwanym Wadjak znaleziono kompletną czaszkę, którą zresztą przesłano mu do konsultacji. Czaszka nie wyglądała na zbyt starą, anatomicznie była „współczesna" (choć bardzo masywnie zbudowana), ale nie należała na pewno do przedstawiciela żadnego z ludów obecnie zamieszkujących te tereny. Dubois uznał, że może to być przodek australijskich Aborygenów, a samo znalezisko potraktował jako dobry omen i wskazówkę, gdzie rozpocząć dalsze poszukiwania. I tak rok później wylądował na Jawie, w miejscowości Trinil nad rzeką Solo, gdzie w skarpie odsłaniają się tufy wulkaniczne z końca epoki trzeciorzędowej, znane z bogactwa skamieniałych ko-

ści zwierzęcych. Tym razem był już lepiej przygotowany — miał pieniądze, ludzi i doświadczenie, jakie zdobył w ciągu dwóch lat na Sumatrze.

Patrząc z perspektywy, Jawa, najbardziej wulkaniczna wyspa świata, to miejsce, które z jakąkolwiek kolebką z trudem się kojarzy. Trzydzieści czynnych wulkanów wyrzucających nieustannie kłęby dymu, rozpalonych popiołów, lawy i trujących gazów bardziej chyba pasuje do zakończenia niż początku epopei, jaka doprowadziła do narodzin najbardziej wysublimowanego tworu natury: człowieka. A jednak — Trinil (i Jawa jako taka), okazały się strzałem w dziesiątkę. Kości zwierzęce były wszędzie i to nad wyraz zróżnicowane, jakby cała zoogeograficzna Eurazja z Afryką na dodatek skupiły się w tej jednej dolinie. Niemal co dzień Dubois natrafiał na szczątki zarówno wciąż żyjących, jak i wymarłych gatunków: hipopotamów, świń, tygrysów, hien, słoni, stegodonów (azjatyckich trąbowców o prostych ciosach, znanych ze swych miniaturowych wersji znajdowanych na wszystkich małych wyspach archipelagu) i małp człekokształtnych — orangutanów i gibonów. Jawa musiała być kiedyś rajem dla dużych ssaków, co z dzisiejszej perspektywy można tłumaczyć faktem, że w czasach zlodowaceń, gdy wyspa łączyła się poprzez odsłonięte szelfy z kontynentem, przybywały tu zwierzęta ze wszystkich lądów Starego Świata, by później, podczas ocieplenia, dać się zamknąć w pułapce. Podczas kilkunastu glacjałów z Azji napływały wciąż nowe gatunki ssaków i za każdym razem dochodziło potem do ich uwięzienia, a ekologiczne bogactwo tych wulkanicznych obszarów zapewniało znacznej ich części więcej niż przyzwoitą egzystencję. Jawa z racji swych żyznych gleb była zawsze krajem nadzwyczajnego dostatku, co dziś znajduje odzwierciedlenie w jednej z największych na świecie gęstości zaludnienia.

Dubois niemal od razu po rozpoczęciu poszukiwań natrafił na drugą czaszkę „człowieka z Wadjak”, co utwierdziło go w przekonaniu, że w nieodległej przeszłości żyła na wyspie osobna rasa (lub gatunek) ludzi, która przedostała się do Australii i tam dała początek Aborygenom. Nazwał tych ludzi *Homo wadjakensis*, ale takson ten nie utrzymał się długo. Już w pierwszym sezonie wykopaliskowym znalazł też ząb trzonowy człowieka i to w warstwach starszych niż obie czaszki „pra-Aborygenów”. W rok później, w tych samych osadach i w niemal tym samym miejscu znalazł coś znacznie bardziej ekscytującego — świetnie zachowaną, brązową, ledwie wysklepioną pokrywę czaszki (kalotę), którą w pierwszej chwili wziął zresztą za pancerz żółwia. Była tej wielkości, co ludzka, ale bardziej płaska i miała bardzo silnie wystające zgrubienia wałów nadoczodołowych, równie wydatnych (choć nieco inaczej zbudowanych), jak u tajemniczych europejskich neandertalczyków. Dubois uznał, że ząb i kalota należały do jednego osobnika i że była to duża małpa, zbliżona do formy z Siwalików. Nadał jej więc tę samą nazwę rodzajową, ustanawiając zarazem nowy gatunek — *Anthropopithecus javanensis*.

Wreszcie w 1892 roku przyszło trzecie odkrycie, znów w tym samym miejscu i w tych samych osadach, które miało zmienić historię antropologii paleontologicznej (a jak twierdzą niektórzy, dopiero w tym momencie ta dziedzina wiedzy się naprawdę narodziła). Tym razem była to kość udowa — długa, prosta, o dużej i silnie odstającej główce stawowej; mogła właściwie należeć do człowieka współczesnego. Ale nie była

współczesna, co więcej, wyglądała jak kolejny element szkieletu tego samego „szympansa”, który Dubois zdążył już wcześniej opisać i obdarzyć nazwą gatunkową. Tyle że wielkie małpy nie chodzą przecież na dwóch nogach w postawie wyprostowanej, a ta, sądząc przynajmniej z kości udowej, najwyraźniej tak się poruszała.

Dwunożna wyprostowana małpa — to zaczynało wyglądać na brakujące ogniwo, o którym Dubois nawet w natłoku wszystkich nowych odkryć nigdy nie zapominał. Tylko, że brakujące ogniwo nie powinno było mieć małpiego mózgu, a płaska czaszka owego antropopiteka zdawała się wskazywać na jego niewielką objętość, niewiele większą niż u szympansów. Choć brakowało reszty czaszki, to dokładniejsze badania zachowanego fragmentu puszki mózgowej pozwoliły z grubsza oszacować wielkość całości i to znacznie dokładniej niż przy pierwszych pobieżnych próbach. Wynik potwierdził rosnące przekonanie Dubois, że ma w ręku coś więcej, niż mu się zrazu wydawało — poprawione szacunki wskazywały, że mózg tego stworzenia był jednak znacznie większy niż szympansa.

To wystarczyło. Dubois był już pewny — to nie małpa, ale najprawdziwszy małpolud, haecklowski pitekantrop, 23. etap ewolucji od Monera do człowieka, w dodatku w pełni wyprostowany, czego nawet Haeckel nie przewidział. Pozostawało tylko te wszystkie rewelacje wyrazić poprzez nową nazwę gatunkową, co nie było trudne, bo wystarczało odwrócenie kolejności członów. I tak *Anthropopithecus* zmienił nazwę na pitekantropa (*Pithecanthropus*), a że okazał się wyprostowany, to i otrzymał bardziej adekwatną nazwę gatunkową i zamiast *javanensis* nazywał się odtąd *erectus*. Teraz już wszystko się zgadzało z przepowiedniami Haeckla — miejsce, czas i anatomia. W roku 1883 Dubois napisał do przyjaciół w Europie: „Znalazłem Brakujące Ogniwo Darwina!”. Misja została wykonana.

Gdy patrzymy na tę misję oczami współczesnej antropologii, musimy uznać za zdumiewające, że tak to się wszystko Dubois udało, bo z dzisiejszej perspektywy Jawa szczególnie źle nadaje się na kolebkę człowieka. Po pierwsze, to wyspa, nie ląd, a dawnych ludzi nie podejrzewano nigdy o bliższe związki z morzem (choć dziś się to zmienia)[15]. Po drugie, to najdalszy od Afryki zakątek Starego Świata, jaki sobie można wyobrazić, właściwie przedpole Australii; już pobliska mała wysepka Lombok znajduje się po drugiej stronie tzw. Linii Wallace’a, oddzielającej prowincję euroazjatycką od zupełnie jej obcego świata australijskiej fauny i flory. Po trzecie — to wyjątkowe w skali całego globu królestwo wulkanów, a wulkany, jako się rzekło, raczej z kolebką się nie kojarzą. Po czwarte wreszcie, jest to świat wilgotnej tropikalnej dżungli (dziś ze względu na żyzność wulkanicznych gleb zamienionej na pola ryżowe), a cokolwiek miało dzielić ludzką linię od małpiej, to właśnie przywiązanie do otwartych przestrzeni. Nikt nie wąt-

pił, wówczas i dziś, że narodziny człowieka wiązały się z porzuceniem lasów. Gdyby nie to, po co by było schodzić z drzew? Żeby przemaszerować dziesięć tysięcy kilometrów, na najdalsze rubieże Eurazji, a w końcu zamieszkać na porośniętej dżunglą, wilgotnej i wulkanicznej wyspie?! Coś tu najwyraźniej nie gra!

A jednak, choć w historii nauki przyjęło się uważać, że odkrycie Dubois na Jawie to przykład rzadkiego zbiegu okoliczności (przyjmując kompletnie fantastyczne założenia, znalazł dokładnie to, czego szukał, dokładnie tam, gdzie założył), są poważne przesłanki, by sądzić, że dla wczesnych ludzi Jawa z jakichś powodów była korzystnym miejscem do życia. Po pierwsze — dalsze poszukiwania samego Dubois i innych badaczy przyniosły nowe i bogate znaleziska pitekantropów, czyli, według dzisiejszej nomenklatury, *Homo erectus*. Ich kości znaleziono zarówno nad rzeką Solo, jak i w innych częściach wyspy (Ngandong, Sangiran, Mojokerto). Najwyraźniej populacja ludzi jawajskich była liczna i szeroko na wyspie rozprzestrzeniona. Po drugie — musiała utrzymywać się tam przez bardzo długi czas, gdyż datowania tych wcześniejszych znalezisk, przeprowadzone w ostatnich latach przez specjalizującego się w nowych metodach geochronologii C.C. Swishera z Berkeley pokazują, że najstarsze szczątki pitekantropów jawajskich (Mojokerto, Sangiran) mogą liczyć co najmniej 1,6, a może nawet dwa miliony lat, najmłodsze zaś (Ngandong) nie więcej niż dwieście tysięcy (byłyby więc równowiekowe z pierwszymi *Homo sapiens* w Afryce), choć Swisher uważa, że jawajski *Homo erectus* przetrwał znacznie dłużej i może żył jeszcze trzydzieści tysięcy lat temu. Jeśli ta druga — kontrowersyjna, trzeba przyznać — liczba jest poprawna, znaczyłoby to, że pitekantrop doczekał na Jawie przybycia ludzi współczesnych, którzy na tych terenach zjawili się co najmniej pięćdziesiąt tysięcy lat temu i wkrótce potem dotarli do Australii, tym razem już przez morze, bo innej drogi nie było. A jeżeli tak, to doszło tam do niemal dokładnego powtórzenia wydarzeń, jakie rozgrywały się w tym samym czasie na przeciwległym krańcu Eurazji — spotkania neandertalczyków z kromaniończykami w Europie, zakończonego ostatecznym wymarciem tych pierwszych. Ta paralela przemawia zresztą, moim zdaniem, za słusznością datowania przez Swishera najmłodszych szczątków *H. erectus* z Jawy — skoro gatunek ten istniał jeszcze (co najmniej) dwieście tysięcy lat temu, a jego historia na wyspie sięga co najmniej półtora miliona lat (te daty nie są kwestionowane, spór dotyczy datowań skrajnych, odpo-

wiednio trzydzieści tysięcy i dwa miliony lat), to nasuwa się logiczny wniosek, że jego egzystencja nie była zagrożona i pewnie przeżyłby do dzisiaj, gdyby *H. sapiens* jego siedzibę pozostawił w spokoju.

Wiele wskazuje też, że populacja *H. erectus* na Jawie była ekspansywna, a jej forpoczty docierały też na wyspy położone dalej na wschodzie. Po odkryciach na Flores, do których będziemy jeszcze wracać[16], przypomniano sobie o wcześniejszych o parę lat tamtejszych znaleziskach — starych i bardzo prymitywnych narzędziach kamiennych datowanych na siedemset tysięcy lat i przypisywanych początkowo *H. erectus*. Szybko zapomniane, bo niepasujące do przyjętych modeli antropogenezy (żadnemu gatunkowi poza *H. sapiens* nie przyznaje się raczej zdolności pokonywania barier morskich), znaleziska te przywołano na nowo właśnie przy okazji hobbita. Jeśli bowiem na Flores żył tak niedawno gatunek przypominający pod wieloma względami australopiteki (wielkością ciała, pojemnością mózgu, proporcją kończyn), natomiast pod względem budowy czaszki podobny do *H. erectus*, to obecność tam jakichś wcześniejszych ludzi, z których *H. floresiensis* mógłby się wywodzić, stawała się nie dość, że prawdopodobna, to wręcz konieczna. Dalsze badania osadów zawierających prymitywne narzędzia nie tylko potwierdziły autentyczność tych artefaktów i ich wiek, ale też sugerowały ciągłość „technologiczną” między jednymi i drugimi i przy okazji odsuwały w przeszłość początek zasiedlenia Flores, obecnie datowany na ponad milion lat temu. Wprawdzie z braku szczątków kostnych towarzyszących tym najstarszym narzędziom nie można wciąż określić przynależności gatunkowej ich twórców, ale trop jawajski jest najbardziej prawdopodobny, bo żadnych innych hominidów w tym czasie i na tych terenach nie było.

O ile sukces Dubois opierał się na zupełnie fantastycznych — jak dziś wiemy — założeniach (Lemuria), a wynikał ze zbiegu sprzyjających okoliczności, na które nie miał on żadnego wpływu (obecność posiadłości holenderskich w Indiach Wschodnich i ekologiczno-geologiczne osobliwości Jawy), to następne wyprawy w poszukiwaniu kolebki człowieka kierowały się już ku terenom starannie wybranym i lokalizowanym na podstawie całkiem świadomych i rozsądnie brzmiących założeń. I przyniosły zrazu całkowitą porażkę. A choć i one skończyły się wreszcie sukcesem, to trudno te założenia traktować jako coś więcej niż listę uprzedzeń białych eksploratorów.

Henry Fairfield Osborn, czyli o pułapkach „pitekofobii”

Założenia i porażki, o których mowa, wiązać możemy z jedną, zupełnie wyjątkową w dziejach paleontologii osobą, której warto na pewno przyjrzeć się bliżej. Sukcesami przyszło cieszyć się już innym. Mowa o Henrym Fairfieldzie Osbornie, jednym z pierwszych i najdłużej urzędujących dyrektorów słynnego Amerykańskiego Muzeum Historii Naturalnej (AMNH) w Nowym Jorku. Była to postać barwna, człowiek zasłużony w dziejach ewolucjonizmu i w swoim czasie bardzo wpływowy w naukowym (i nie tylko) świecie. Pochodził z zamożnej i zajmującej ważne miejsce w amerykańskiej elicie przemysłowej rodziny, która odniosła wielki sukces w czasach rosnącej prosperity USA. Jego ojciec William Henry Osborn był magnatem przemysłu stoczniowego, a wuj John Pierpont to słynny bankier J.P. Morgan, twórca jednego z najpotężniejszych amerykańskich banków. Taka symbioza wielkiego kapitału z paleontologią nie była zresztą w Ameryce triumfującego kapitalizmu niczym odosobnionym — słynne „wojny dinozaurowe” drugiej połowy XIX wieku, w których starły się dwie „armie” poszukiwaczy kości tych gadów, E.D. Cope’a i O.C. Marsha, też miały w tle wielkich finansistów i protektorów. Takie nazwiska jak George Peabody czy Andrew Carnegie na każdym, kto słyszał coś o wielkich pieniądzach, robią duże wrażenie. Najwidoczniej wyobraźnię tych rekinów finansjery (ale i wielkich dobroczyńców kultury i nauki) rozpalały opowieści o gigantach władających niegdyś Ameryką. Osborn był poniekąd uczniem i intelektualnym spadkobiercą jednego z protagonistów tej wojny o kości — Cope’a.

Wcześnie zainteresowany paleontologią, pracował zrazu dla Służby Geologicznej USA, wielce zasłużonej instytucji, która kierowała i współfinansowała budzące fascynację wyprawy poszukiwawcze na obszary Dzikiego Zachodu. Już w roku 1891 zaczął pracę w słynnym AMNH, z którym pozostał związany do końca swej kariery zawodowej, w tym przez ćwierć wieku — między 1908 a 1933 — jako dyrektor, a przy okazji pierwszy uczony na tym stanowisku. W tym czasie zgromadził wokół siebie prawdziwą plejadę najlepszych zbieraczy, preparatorów i podróżników świata, których nazwiska i barwne biografie do dziś wzbudzają żywe emocje wśród miłośników paleontologii i archeologii: Roya Chapmana Andrewsa (inspirację filmowej postaci Indiany Jonesa), Charlesa R. Knighta — twórcę legendarnych murali z dinozaurami, Barnuma Browna — „kowboja paleontologii”, Charlesa Sternberga, Edwina Colberta i wielu innych.

Jako uczeń Cope’a i nieodrodny syn swej epoki Osborn pasjonował się szczególnie paleontologią kręgowców, w tym oczywiście dinozaurów, i brał udział w licznych wyprawach „łowców skamieniałości” na zachód Stanów, wiele takich wypraw poszukiwawczych sam też zorganizował. Opisał i nazwał ogromną liczbę nowych gatunków dinozaurów, jak *Ornitholestes*, *Velociraptor*, *Pentaceratops*, czy ikonę wymarłego świata, królewskiego tyranozaura (*Tyrannosaurus rex*). Ale paleontologia zawsze miała dwa „królewskie” gatunki, jednym z nich był *T. rex*, drugim, rzecz jasna, *Homo sapiens*. Z czasem prawdziwą pasją Osborna stał się ten drugi.

Wśród wykopywanych na przemysłową skalę kości nie wszystkie należały do dinozaurów i nie tylko one wzbudzały powszechne zainteresowanie. Dinozaury dominowały w lądowych ekosystemach ery mezozoicznej, ale gdy odkrywcy trafiali na młodsze od kredy osady trzeciorzędowe, szczątki dinozaurów nagle znikały, a ich miejsce zajmowały — niekiedy zresztą równie wielkie — kości ssaków. Zamiast ogromnych brontozaurów i diplodoków, straszliwych tyranozaurów i rogatych ceratopsów pojawiały się szczątki wymarłych ssaków. W nadawanych im nazwach — brontoteria, tytanoteria — pobrzmiewała często ta sama fascynacja siłą i majestatem zaginionych światów, a Osborn coraz częściej ku nim kierował uwagę, co zaowocowało wielką monografią *The Age of Mammals* [*Wiek ssaków*], która ukazała się w roku 1910. Poza samym opisem niezliczonych kopalnych gatunków i rekonstrukcjami wymarłego świata zawarł w niej także własne przemyślenia nad mechanizmami ewolucji, które streścić można jednym słowem — ortogeneza.

Orthos znaczy prosty, liniowy, a koncepcje ortogenezy w ewolucji głosiły, najogólniej mówiąc, że rozwój linii rodowych przebiega kierunkowo, niezależnie od innych linii i w dużej mierze pod wpływem wewnętrznych mechanizmów rozwojowych, działających nieubłaganie i autonomicznie, a więc poniekąd niezależnie od nieprzewidywalnych i bezkierunkowych wpływów zewnętrznych, które mogą zakłócać rozwój, ale nie kierować nim. Pobrzmiewa w tym echo tej epoki — czasów niemal nieograniczonego rozwoju — i przekonanie o nieuniknionym postępie, wzroście i zastępowaniu mniejszych, słabszych i zapóźnionych organizmów większymi, silniejszymi i wyżej rozwiniętymi. Poglądy ortogenetyczne przybierały nieraz formę niewzruszonych „praw ewolucji”, takich jak słynne prawo Cope’a, które głosiło, że ewolucja przebiega od form małych i niewyspecjalizowanych („generalistów”), do dużych i wyspecjalizowanych (specjalistów). Dinozaury i ssaki trzeciorzędowe stanowiły niezłą egzemplifikację tego „prawa”, a ulubionym przykładem Osborna była ewolucja koni, a potem człowieka, do których odtworzenia i popularyzacji bardzo się przyczynił.

Przejdźmy teraz do poglądów Osborna na ewolucję człowieka, a w szczególności jego ciekawych rozważań nad kolebką tej ewolucji, co jest głównym przedmiot tego rozdziału. Temat ten bardzo Osborna interesował i miał tu wiele do powiedzenia, a z racji pozycji, jaką zajmował w świecie naukowym, miało to duży wpływ na losy paleontologii i antropologii.

Najważniejsze z paleoantropologicznych przekonań Osborna, wynikające z jego ogólnych zapatrywań na ewolucję, a także z interpretacji ewolucji dinozaurów i ssaków, dotyczyło „głębokiego zakorzenienia” naszej linii rodowej. Osborn, który po publikacji i sukcesie *World of Mammals* [*Świata ssaków*] chciał napisać jego logiczną kontynuację — *World of Man* [*Świat człowieka*] — zawsze uważał, że nasza linia wyłoniła się w ewolucji naczelnych wcześnie, zanim jeszcze rozdzieliły się poszczególne gatunki małp człekokształtnych. Był w tym bliski poglądom Darwina, który również linię człowieka zakorzeniał przed małpami, tyle że Osborn w swej niechęci do „małpich przodków” szedł jeszcze dalej. Według niego nasza i małpie linie rozdzielić się miały już w początkach trzeciorzędu i odtąd linia ludzka pozostawała w pełnej izolacji od jakichkolwiek związków ze światem zwierząt, wielkich małp w szczególności. W naszej

ewolucji nie mogło więc być stadium małpoluda, bo żadna małpa człekokształtna nie była naszym przodkiem i żaden małpi epizod nie był w tej koncepcji przewidziany. Pojęcie małpoluda było dla Osborna nie tylko obce i zbędne, ale wręcz odpychające. Stąd odrzucał koncepcję Dubois — pitekantrop nie był żadnym ogniwem pośrednim, bo takiego ogniwa nigdy nie było. Był wyrośniętą i „aberrantną", jak to się określa w paleontologii, małpą, być może nawet rzeczywiście małpią „próbą" uczłowieczenia, skazaną na niepowodzenie (lub może doprowadzoną do neandertalczyka i wraz z nim zakończoną), ale nie był etapem pośrednim naszej ewolucji, która od początku miała ludzki, a nie małpi charakter. Dlatego Osborn nigdy nie używał pojęcia małpolud (Ape-Man), stosując zamiast tego pojęcie Dawn-Man — „człowieka zarannego", istoty od początku ludzkiej, której powstanie było „jutrzenką" zwiastującą świt nowego etapu rozwoju życia na Ziemi. Tę jego jawną niechęć do małpich przodków jeden z kolegów i uczniów, wybitny ewolucjonista William King Gregory nazwał trafnie „pitekofobią". Trzeba zresztą przyznać, że Osborn nie był w tym swoim nastawieniu odosobniony. Przekonanie o pradawnym zakorzenieniu naszej linii rodowej i jej odrębności od wszelkich linii małpich przetrwało niewzruszone u większości antropologów od Darwina po Louisa Leakeya (który zawsze uważał, że obok coraz liczniej odkrywanych form przypisywanych hominidom musiała istnieć odrębna i ściśle ludzka linia prowadząca do *Homo sapiens*). Dopiero nieskażone pitekofobią komputery przyniosły w latach 70. XX wieku kres tej antymałpiej obsesji.

Planowany *Świat człowieka* nigdy nie powstał, a jego najlepszym przybliżeniem stała się książka *Man Rises to Parnasus* [*Człowiek wznosi się do raju*], którą Osborn opublikował w roku 1928 i gdzie napisał, że „ludzkość powinna być wdzięczna antropologom za uwolnienie od ponurej wizji małpiego przodka". Ogromną większość książki autor poświęcił jednak nie początkom naszej linii, na który to temat miał stosunkowo niewiele do powiedzenia, ale jej zakończeniu, czyli owemu „wznoszeniu się" do doskonałości poprzez kolejne szczeble rozwoju cywilizacji: od narzędzi kamiennych i sztuki paleolitycznej, poprzez rewolucję neolityczną, epokę brązu, żelaza, aż po cywilizację (białego, rzecz jasna) człowieka i wyżej, na Parnas.

A co z owymi początkami? I przede wszystkim, gdzie te najważniejsze etapy formowania się przyszłego zdobywcy Parnasu miały się rozgrywać? W tej kwestii Osborn miał ściśle ugruntowane zdanie — na pewno nie tam, gdzie były małpy, bo dlatego właśnie nasza linia oddzieliła się od małpiej, by zająć zasadniczo odmienne tereny i na nich doskonalić swe ludzkie cechy. Wszystkie małpy człekokształtne żyją w lasach i wszystkie są nadrzewne (z wyjątkiem dorosłych goryli, zwłaszcza samców, które bywają za ciężkie na takie akrobacje) i najwyraźniej takie środowisko nie sprzyja uczłowieczeniu, skoro do dziś wszystkie pozostały na tym samym z grubsza szczeblu rozwoju. Konkluzja jest prosta: linia prowadząca do człowieka i to już od swego zarania rozwijała się na otwartych przestrzeniach, gdzie nasz przodek stanął w obliczu nowych zagrożeń i wyzwań i musiał stawić im czoło. Do dziś ludzie — z wyjątkiem najbardziej prymitywnych plemion — to gatunek czujący się najlepiej na obszarach bezleśnych, a nawet gdy nasi przodkowie wkraczali na nowe, porośnięte lasami obszary, jak było

choćby w Europie, szybko te lasy karczowali, przystosowując w ten sposób środowisko do własnych upodobań.

Poza tym wszystkie małpy żyją w tropikach, a ludzie, zwłaszcza najbardziej cywilizowani, w regionach o klimacie umiarkowanym, o suchych i mroźnych zimach, więc taki właśnie klimat: surowy i wymagający, musiał też towarzyszyć tym „zarannym" ludziom, którzy zaczęli eksperymentować i prosperować w warunkach, w jakich żadna małpa nigdy przebywać nie chciała i w jakich nie potrafiłaby przetrwać. Wreszcie — człowiek w takich miejscach musiał aktywnie polować, nie mógł bowiem objadać się dostępnymi na każdym kroku owocami.

Gdzie były takie tereny, gdzie więc nasza historia i ludzka epopeja się zaczęła? Najpewniej w Azji Środkowej, na jej bezkresnych stepach, z ich suchymi gorącymi latami i mroźnymi zimami. W roku 1926 Osborn napisał esej o znamiennym tytule *Why Central Asia?* [Dlaczego Azja Środkowa?], w którym tak podsumował swoje przemyślenia na temat naszej kolebki: „W takich właśnie warunkach (środkowoazjatyckich stepów) walka o byt była szczególnie intensywna i zmuszała (wczesnych) ludzi do rozwijania wszystkich ich zdolności oraz do innowacji i radzenia sobie w życiu. Podczas gdy małpy człekokształtne bez wysiłku korzystały z bogactwa porastających niziny Europy i Azji gęstych lasów, wczesny człowiek rozwijał się w stymulującej (*invigorating*) atmosferze suchych wyżyn".

Jak widać nie chodziło tu o Azję jako taką i nawet nie o Azję Środkową, ale o konkretne środowisko — otwarte, suche i „stymulujące" obszary trawiaste, których w tych rejonach Azji było po prostu najwięcej. Wykluczało to więc od razu jawajskiego małpoluda, którego Osborn od początku krytykował i wyłączał z ekskluzywnego klubu przodków człowieka. Być może pitekantrop żył w pobliżu zatopionego „raju", ale Osborn najwyraźniej nie uważał owego raju za dobre miejsce do powstania człowieka. Życie w raju rozleniwia, stymuluje dopiero wygnanie z niego.

W oparciu o te przemyślenia Osborna, z jego inspiracji i wreszcie dzięki pozycji, jaką zajmował w AMNH, zorganizowano w latach 20. ubiegłego wieku serię głośnych wypraw do Mongolii, kierowanych przez „Indianę Jonesa" z osbornowskiego gwiazdozbioru, Raya Chapmana Andrewsa. Cel był jasny — odnaleźć kości najwcześniejszych ludzi, którzy tam, na mongolskich stepach, na terenie dokładnie wskazanym przez przepowiednie Osborna, powinni pozostawić jakieś ślady. I choć nigdy nic takiego nie udało się znaleźć, to wyprawy te trwale zapisały się w dziejach paleontologii. Ich plonem były zgromadzone przez Andrewsa przebogate zbiory kości, tyle że dinozaurów, nie ludzi (w trzydzieści lat później ich śladem ruszyły polsko-mongolskie wyprawy paleontologiczne…).

Jeśli powstanie człowieka, a później cywilizacji było choćby w pewnym stopniu efektem stymulującego środowiska, to możliwy był także proces odwrotny, czyli zanikanie tych właściwych ludziom zdolności pod wpływem środowisk, które takich bodźców nie dostarczały. Tak Osborn tłumaczył wyraźne zróżnicowanie dzisiejszych ludów pod względem stopnia rozwoju i zaawansowania cywilizacyjnego. Koncepcja Osborna była silnie europocentryczna — to ekspansywna i innowacyjna cywilizacja białego człowieka była naturalnym beneficjentem kierunkowego w istocie procesu uczłowie-

czenia. Gdy jednak, wraz z zajmowaniem przez ludzi środowisk o bardzo różnym potencjale stymulującym, a w szczególności z powrotem w tropiki, do klimatów gorących, wilgotnych i — zwłaszcza — do środowisk lasów równikowych, możliwe było odwrócenie tendencji i ponowny zanik tych głęboko ludzkich cech, które nas przed milionami lat tak bardzo od reszty świata zwierzęcego oddaliły. Osborn nie był poligenistą w ścisłym tego słowa znaczeniu, tzn. nie sądził, by różne rasy ludzkie pochodziły od różnych przodków, był jednak przekonany, że środowisko może równie dobrze stymulować do rozwoju, jak i, redukując liczbę bodźców i wyzwań, prowadzić do swego rodzaju degeneracji. W *Man Raises…* tak pisał na ten temat: „Dzielimy dziś *Homo sapiens* na co najmniej trzy całkowicie odmienne grupy [*stocks*], które w zoologii otrzymałyby rangę odrębnych gatunków, o ile nie rodzajów; grupy te znane są powszechnie jako ludy kaukaskie, mongolskie i negroidalne. […] Duchowe, intelektualne, moralne i fizyczne różnice rozdzielające te trzy wielkie grupy są bardzo głębokie i pradawne". Dalej wyjaśnia jeszcze, że ludzie w toku ewolucji mogli zajmować różne środowiska: „Mogli zasiedlać regiony o klimacie umiarkowanym, obszary arktyczne, albo przyrównikowe. Ci, którzy zamieszkali blisko równika, mieli bardzo łatwy dostęp do pożywienia, co nie wymagało od nich rozwoju wysokiej inteligencji. Takie środowisko nie prowadzi do szybkiej i zróżnicowanej selekcji biologicznej, walka o utrzymanie się przy życiu nie jest zbyt intensywna, społeczna i plemienna ewolucja są powolne, a intelektualny i duchowy rozwój ulega zatrzymaniu. Takie właśnie warunki środowiskowe utrzymały wiele gałęzi rasy negroidalnej w stanie bardzo powolnego rozwoju mózgu".

Takie procesy degeneracyjne zagrażają właściwie stale, a w społeczeństwach cywilizowanych i w czasach dobrobytu może nawet szczególnie, bo przestają wtedy działać te mechanizmy, które przez miliony lat nieustającej walki o byt podtrzymywały ludzkie wznoszenie się do doskonałości. Osborn ubolewał, że świat największej cywilizacji w dziejach wkracza w czas rozpadu, bo nasza cywilizacja po raz pierwszy rzuca wyzwanie naturalnym mechanizmom ewolucji. Wyjście dostrzegł w ochronie czystości rasy — szczególnie w Ameryce, najbardziej narażonej na niekontrolowane mieszanie się ludzi z różnych grup — a również w eugenice, której był żarliwym wyznawcą i propagatorem.

Azjatyckie wyprawy do źródeł gatunku ludzkiego podejmowano potem jeszcze kilkakrotnie i przyniosły one w końcu spektakularne sukcesy — najpierw w jaskini Czu-Ku-Tien pod Pekinem, gdzie znaleziono bogaty materiał podobnej do pitekantropa istoty nazwanej „człowiekiem pekińskim" (sinantropem), a potem na Jawę, gdzie odkopano nowe szczątki pitekantropa (Sangiran, Mojokerto, Ngandong). Efektem tych znalezisk było ostateczne uznanie obu tych azjatyckich istot, człowieka pekińskiego i człowieka jawajskiego, za przedstawicieli jednego gatunku, ochrzczonego mianem

Homo erectus. Ani Dubois, ani Osborn nie byliby jednak zadowoleni z takiego rozstrzygnięcia.

Osborn ignorował, a nawet wręcz wykluczał Afrykę jako miejsce narodzin przodków człowieka, ale to właśnie stamtąd przyjść miał ostateczny cios dla preferowanej przezeń opcji azjatyckiej. W roku 1925, na rok przed cytowaną deklaracją Osborna o „stymulującym" charakterze azjatyckich stepów, Raymond Dart odkrył w jaskini Taung na południu Afryki pięknie zachowaną czaszkę młodego osobnika, nieco podobną do czaszki małego szympansa, ale o wyraźnie „ludzkich" (tzn. hominidowych) cechach. Była delikatnie zbudowana, miała eliptyczny (jak u ludzi), a nie U-kształtny przebieg linii zębowej, niezbyt wydatne łuki brwiowe, a wreszcie, co najbardziej zaskakujące, przesunięty pod spód otwór wielki, co od razu sugerowało dwunożność. Była też znacząco starsza od jawajskiego pitekantropa (wedle dzisiejszego datowania liczy sobie około dwóch milionów lat) i miała pięknie zachowany — to rzadkość przy tego typu znaleziskach — naturalny odlew mózgu z widocznymi fałdami kory nowej, a nawet zarysami naczyń krwionośnych.

Do kogo mogła należeć? Dart uznał, podobnie jak wcześniej Dubois, że przypuszczalna dwunożność tych istot jest wystarczającą przesłanką, by zaliczyć je do hominidów. By nie przesądzać sprawy i nie drażnić swych europejskich kolegów wyjątkowo niechętnych myśli, że to Afryka mogłaby być kolebką człowieka, nazwał ją „małpą południa" (*Australopithecus*). Tak zaczęła się kariera afrykańskich hominidów i — zrazu bardzo powolna — zmiana zapatrywań antropologów na problem kolebki ludzkości.

Osborn całkowicie zignorował odkrycie Darta (nie dość, że to Afryka, to jeszcze ewidentny małpolud; tego było już za wiele), ale jego myśl o stymulującym środowisku, które musiało towarzyszyć narodzinom ludzkiej linii, przetrwała. Dart bowiem uważał tak samo (skądinąd trudno odmówić logiki temu rozumowaniu), tylko zamiast azjatyckich stepów tę „twórczą" rolę przypisał charakterystycznemu środowisku południowej Afryki, zwanemu weldem. Jak wyjaśniał w artykule opublikowanym w „Nature", weld stawiał wczesnym hominidom takie same wymagania jak stepy środkowej Azji. Dart pisał: „Musimy przyznać, że tylko dzięki posiadanym przez te istoty (australopiteki) zwiększonym zdolnościom umysłowym ich egzystencja w tym trudnym środowisku była w ogóle możliwa". By linia ludzka mogła oddzielić się od małpiej, tłumaczył, musiała znaleźć się „na otwartych

wyżynach weldu, gdzie w walce o byt zwycięża tylko szybszy i bardziej przebiegły i gdzie tylko giętkość umysłu i ciała zapewnić może przeżycie i trwanie gatunku".

Tak więc, wskazując na Afrykę i na ewidentnie małpich przodków, Dart nie unieważniał w istocie głównego postulatu Osborna o kluczowym znaczeniu porzucenia wilgotnych lasów na rzecz suchych i otwartych przestrzeni. Więcej nawet, udało mu się położyć podwaliny pod nową hipotezę, będącą swego rodzaju afrykańską wersją osbornowskich „stymulujących środowisk", tym bowiem miała stać się wkrótce — po odkryciach australopiteków na wschodzie Afryki — tzw. „hipoteza sawannowa". Zastąpienie stepów sawanną i południowej Azji Afryką (a „człowieka zarannego" australopitekiem), to sygnały rewolucji, jaka dokonała się w antropologii.

[1] Równie dobrze można przyjąć, że rajskim rzekom nadano znane nazwy, tak jak nowo odkrywanym wyspom, rzekom czy górom biali koloniści nadawali nazwy znane z metropolii — stąd te wszystkie Nowe Zelandie, Nowe Kaledonie czy choćby Nowy Jork (Nowy Amsterdam).

[2] Dziś pojęcie „pierwszy człowiek” niewiele znaczy bez dodatkowych uściśleń, czy chodzi o pierwszego hominida, pierwszego przedstawiciela rodzaju *Homo*, pierwszego *Homo sapiens*, czy wreszcie „człowieka behawioralnie współczesnego”, ale w czasach Darwina ten „pierwszy człowiek” miał po prostu zasypywać przepaść dzielącą nas od „małp” i był utożsamiany z „brakującym ogniwem”.

[3] Karol Darwin, *O pochodzeniu człowieka*, *Dzieła wybrane*, tom VI, PWRiL, Warszawa 1959, s. 154–155.

[4] Thomas Huxley, *Evidence as to Man's Place in Nature*, 1863. To najbardziej znana z książek Huxleya i w ogóle pierwsza poświęcona w całości ewolucji człowieka. Huxley wyprzedził pod tym względem Darwina o osiem lat!

[5] Szympans, goryl, orangutan, gibon — taka jest uznana przez ogromną większość antropologów kolejność naszych najbliższych krewnych wśród naczelnych, przy czym człowiek i szympans tworzą osobną gałąź (klad), z której wyłączone są inne wielkie małpy. Teza ta opiera się na porównaniach sekwencji DNA, bo dane kostne (i ogólnie — anatomiczne) nie pozwalają na jednoznaczne wnioski. W książce *The Red Ape: Orangutan and Human Origins* [*Czerwona małpa. Orangutan a pochodzenie człowieka*] (2005) Jeffrey Schwartz, antropolog z University of Pittsburgh, próbuje dowieść, że istnieją liczne przesłanki na bliższe pokrewieństwo człowieka i orangutana niż człowieka i szympansa czy goryla. Schwartz twierdzi, że nie można zdawać się wyłącznie na werdykt programów komputerowych i DNA, ignorując zarazem dane anatomiczne. Choć to głos odosobniony wśród specjalistów i mocno krytykowany, nie trzeba go całkowicie lekceważyć, a przytoczone w książce argumenty przeczące ogólnie przyjętej tezie o wspólnym i bliskim przodku człowieka i szympansa warte są przynajmniej zastanowienia.

[6] Wskazówka dla uczniów: to ten od „prawa biogenetycznego” i twierdzenia, że „ontogeneza powtarza filogenezę”, a także od zdobiącego wszystkie podręczniki ewolucji rysunku przedstawiającego kolejne etapy rozwoju zarodków kręgowców, od ryby do człowieka.

[7] Te lądy to oczywiście obszary płytkich szelfów, które odsłaniały się w okresach glacjałów i były ponownie zatapiane podczas interglacjałów. Zostały zatopione jednocześnie, bo ocean światowy jest systemem naczyń połączonych. Beringia to ląd wielkości połowy Europy łączący w plejstocenie Amerykę Północną z Azją, Sahul (albo Meganezja) to konglomerat Australii, Nowej Gwinei, Tasmanii i wysp między nimi, Tasmantis to zato-

piony ląd, który w trzeciorzędzie łączył Nową Zelandię z Nową Kaledonią i paroma mniejszymi wyspami, Sunda obejmowała większość wysp na zachód od „linii Wallace'a", w tym największe, jak Nową Gwineę, Sumatrę, Borneo i Jawę. Doggerland to dzisiejsze dno Morza Północnego…

[8] Nazwę lemury w odniesieniu do prymitywnych naczelnych wprowadził Linneusz, wywodząc ją od łacińskiego *lemures*, jak Rzymianie nazywali dość przerażające duchy przodków. (Ciekawe, że do upiorów nawiązano też przy nazywaniu innych małpiatek — tarsjusz ma polską nazwę upiór wyrak). Nazwa zatopionego lądu miała więc odnosić się zarówno do jego mieszkańców, jak i tajemniczego (widmowego) charakteru tego kontynentu.

[9] Lemuria źle zapisała się też na kartach historii powszechnej, gdyż rodzące się właśnie ruchy rasistowskie zaczęły się do tej idei odwoływać przy poszukiwaniach kolebki „rasy aryjskiej".

[10] Jak zawsze w tej książce „małpa" oznacza tyle co angielskie *ape*, czyli szympansa, gorylа, orangutana lub gibona. Pojęcie brakującego ogniwa („missing link") traktowano zwykle jako swoistą nazwę własną (pisano wtedy o „nim" dużymi literami — Missing Link), w domyśle miał być to jeden gatunek wypełniający lukę między „małpą" a człowiekiem.

[11] Poza szczątkami z jaskini Feldhofer koło Düsseldorfu, opisanymi w roku 1860 i znanymi jako „człowiek z Neanderthal". Ich status był wówczas przedmiotem zażartych dyskusji, ale mało kto uważał je za „brakujące ogniwo"; przeważały opinie, że to bardzo nietypowy osobnik naszego gatunku.

[12] W roku 1876 Fryderyk Engels w znanym tekście *Rola pracy w uczłowieczeniu małpy*, później włączonym jako osobny rozdział do *Dialektyki przyrody*, pisał: „Przed setkami tysięcy lat, w epoce […] zwanej przez geologów trzeciorzędem […] żył gdzieś w strefie tropikalnej wysoko rozwinięty gatunek małp człekokształtnych, prawdopodobnie na wielkim kontynencie, dziś zatopionym przez wody Oceanu Indyjskiego".

[13] Można tu dodać jeszcze, że idea Lemurii w pewnym sensie wciąż żyje, bowiem odwoływał się do niej (i wciąż się odwołuje) tamilski ruch narodowy, który w zatopionym lądzie widzi kolebkę swej kultury, a poprzez zaginione królestwo Kumari Kandam również swojej państwowości. W bogatej, starożytnej literaturze tamilskiej obecny jest mit o straszliwym potopie, który zatopił znaczną część ich dawnej ojczyzny i stąd wielu Tamilów uważa się za przodków wszystkich ludzi, a swój język za najstarszy na świecie [co zresztą jest dość powszechną przypadłością różnych ludów — przyp. red.].

[14] W sensie dosłownym chodzi o światło słońca wstającego na wschodzie, ale symbolicznie — o wpływy kulturalne idące z krajów na Wschodzie. Wedle innej wersji tej łacińskiej maksymy *Ex oriente lux*, *ex occidente lex* — światło (kultury) ze wschodu, prawo z zachodu.

[15] Co prawda, praludzie przybyli zapewne na Jawę w czasach, gdy była ona połączona z lądem.

[16] Flores to czwarta za Jawą wyspa, po Bali, Lombok i Komodo — a pamiętajmy, że na wszystkie wyspy za Linią Wallace'a można było dotrzeć tylko drogą morską, również w czasach największych zlodowaceń.

Rozdział piąty

Tajemnica afrykańskiego ryftu

Afrykańskie odkrycia wyznaczyły kolejny etap rozwoju paleoantropologii. Wszystkie bez wyjątku (późniejsze od odkryć Darta i jego następców w jaskiniach RPA) znaleziska hominidów starszych od *Homo erectus* (czyli sprzed ponad dwóch milionów lat) miały miejsce w Afryce Wschodniej — od Malawi na południu przez Kenię i Tanzanię aż po obszar Afaru w Etiopii. Te odkrycia, gdy spojrzeć na nie jako ciąg punktów na mapie, układają się w falistą linię, która jest dobrze znana każdemu geologowi- to dokładny zarys wielkiego rowu afrykańskiego, jedynego na świecie aktywnego ryftu na lądzie, a więc najbardziej może niezwykłej struktury geologicznej na naszej planecie! To musi budzić naszą czujność, przecież próbujemy właśnie sprawdzić, czy kolebką człowieka nie były obszary wyróżniające się spośród innych, a jeśli tak, to jak ich wyjątkowość mogła wpłynąć na naszą genezę.

Cóż niezwykłego jest w afrykańskim ryfcie? Ryfty nie są rzadkim elementem ziemskiej geologii, ale wszystkie, pominąwszy dwa lub trzy, położone są na dnie oceanów, a nie na obszarach lądowych. Dlaczego? By odpowiedzieć na to pytanie, trzeba się cofnąć do lat 60. XX wieku, gdy odkryto pierwsze z takich struktur (w tym samym czasie pojawiły się odkrycia szczątków hominidów na ryfcie afrykańskim, z którego natury oczywiście

nie zdawano sobie jeszcze sprawy. Wtedy też rozpoczynała się największa rewolucja w dziejach geologii).

Wszystko zaczęło się od wielkich transoceanicznych kabli telekomunikacyjnych układanych na dnie Oceanu Atlantyckiego, żeby połączyć dwa wielkie centra cywilizacji — Europę Zachodnią i Wschodnie Wybrzeże USA. Przy tej okazji operujące na dnie Atlantyku batyskafy trafiły na ogromną strukturę geologiczną, której nikt się nie w tym miejscu nie spodziewał: pas podwodnych gór biegnący środkiem Atlantyku, dokładnie w połowie odległości między Europą i Ameryką. Nazwano ją grzbietem śródoceanicznym. To odkrycie zaskoczyło wszystkich, bo w geologii panowało wówczas jeszcze powszechnie przekonanie o odwieczności oceanów jako stałego elementu ziemskiej topografii, a więc oceaniczne dno widziano jako niepodlegające zmianom baseny sedymentacyjne, od setek milionów lat zasypywane osadami z lądów i ciągłym deszczem mineralnych pancerzyków organizmów planktonicznych, takich jak otwornice, kokolity czy okrzemki. Taki deszcz osadów dawno już powinien wygładzić wszelkie nierówności, szczególnie na środku oceanu. Co więcej, wydawało się oczywiste, że środek powinien być najgłębszym miejscem oceanu. Odkrycie tam gór było zaskoczeniem i to podwójnym: wskazywało, że dna oceanów nie jest strukturą odwieczną i bierną oraz że aktywność — i to największą — wykazują tam, gdzie w ogóle nikt jej nie oczekiwał.

Jeśli już samo odkrycie podmorskich gór stanowiło wielką niespodziankę, to prawdziwa sensacja wybuchła, gdy udało się zbadać, jak te góry wyglądają. Żaden łańcuch górski na lądach tak nie wygląda, nawet w przybliżeniu.

Po pierwsze — ów grzbiet śródoceaniczny, odkryty zrazu na północnym Atlantyku, okazał się strukturą ciągłą, biegnącą przez tysiące kilometrów wzdłuż całego oceanu, a właściwie wszystkich oceanów — nie tylko Atlantyku, ale także Oceanu Indyjskiego i Pacyfiku. W sumie to ponad pięćdziesiąt tysięcy kilometrów i to bez żadnej luki, pojedynczy łańcuch górski o niewyobrażalnej wprost długości. Po drugie — w porównaniu z lądowymi te góry mają bardzo prostą i nietypową budowę: tylko dwa skłony, opadające na zewnątrz ku głębiom oceanicznym od środkowej partii, gdzie są najwyższe. Ale — i to było największe zaskoczenie — w tej najwyższej centralnej partii gór wszędzie znajduje się wyrwa, rodzaj głębokiej doliny, która rozcina ją, powodując, że w przekroju poprzecznym góry te mają kształt

wielkiej litery M, tyle że o specyficznej geometrii: dwa skrajne boki są nachylone bardzo łagodnie, a dwa wewnętrzne — prawie pionowe. Ta centralna dolina, nazwana doliną ryftową, stanowi więc swego rodzaju podłużną oś symetrii całej struktury, bo po obu jej stronach każda połówka grzbietu wygląda jak lustrzane odbicie drugiej. Tę symetrię podkreślają jeszcze dwa ważne fakty. Wiek osadów (i wiek skał podłoża) regularnie rośnie w miarę oddalania się od doliny ryftowej (gdzie występują najmłodsze osady, a nierzadko nie ma ich wcale). Z kolei tzw. potok ciepła, czyli w uproszczeniu temperatura skał podłoża, przeciwnie, zmniejsza się od części centralnej w kierunku skłonów zewnętrznych. Oba te fakty dowodzą niezbicie, że dna oceanów nie są stałymi i odwiecznymi fragmentami ziemskiej skorupy, a są to struktury najmłodsze, wciąż aktywne i w dodatku stanowią klucz do zrozumienia ziemskiej tektoniki, a nawet całej historii naszej planety. Dlatego właśnie od odkrycia ryftów zaczęła się trwająca do dziś rewolucja w geologii. Czyżby miało się okazać, że mają one także coś wspólnego z pochodzeniem człowieka, tej najdziwaczniejszej z istot, jakie się na Ziemi pojawiły?

Świat ryftów, czyli geologia kolebki

Obszary wulkaniczne to miejsca, gdzie ciepło z wnętrza Ziemi uchodzi na powierzchnię (i do atmosfery), i dlatego, badając potoki ciepła, można określić, dokąd taki obszar wulkaniczny sięga, nawet jeśli nie ma charakterystycznych dla tego typu struktur geologicznych cech, jak stożki wulkaniczne czy gejzery. Czasem tylko obecność gorących źródeł świadczy, że powierzchnia astenosfery podniosła się wysoko, a zbiornik magmy występuje na małej głębokości. Astenosfera jest cechą specyficzną dla Ziemi, na innych planetach jej nie ma (z wyjątkiem, być może, Wenus). Równie wyjątkową cechą Ziemi jest biosfera i wiele wskazuje, że te dwie osobliwości są ściśle ze sobą związane. Szczególną cechą Ziemi jest też — jak nazwali ją Teilhard de Chardin i wybitny rosyjski geochemik Władimir Wiernadski — „noosfera” („sfera ducha”) czyli obecność inteligentnego gatunku, którego istnienie oddziałuje na całą planetę. I właśnie wykazanie związku noosfery z astenosferą może okazać się największą niespodzianką na styku geologii i życia.

Badania nad intensywnością potoku ciepła na obszarach ryftowych doprowadziły do wyjaśnienia, skąd ryfty się biorą, dlaczego znajdują się na dnie oceanów, a nie na lądach, i jaką rolę odgrywają w funkcjonowaniu naszej planety. Od czasów starożytnych dobrze wiedziano, że temperatura skał rośnie wraz z głębokością (z wyjątkiem pierwszych kilkunastu metrów, których temperatura z grubsza odpowiada średniej temperaturze na powierzchni). Zasada, że im głębiej, tym goręcej, sprawdza się właściwie wszę-

dzie i dotyczy wszystkich głębokości, aż do środka Ziemi, gdzie temperatura sięga już tysięcy stopni Celsjusza. Ponieważ skały topią się (zależnie od rodzaju) w temperaturze rzędu 1000 stopni Celsjusza, a wzrost ciśnienia spowalnia ten proces (wraz z głębokością rośnie nie tylko temperatura, ale również ciśnienie), więc w zależności od tego, która z tych zmiennych przeważa, skały zachowują się albo jak ciała stale, albo półpłynne (magma). Zwykle upłynnienie skał następuje na głębokości kilkudziesięciu kilometrów pod lądami i ta warstwa półpłynnych skał sięga jeszcze jakieś 100 do 200 kilometrów w głąb, gdzie skały znów zaczynają zachowywać się jak ciała stałe. Ta ciągła, średnio stupięćdziesięciokilometrowa warstwa pod powierzchnią Ziemi nazywa się astenosferą (od greckiego słowa oznaczającego „plastyczny") i to ona sprawia, że znajdująca się nad nią warstwa litych skał (litosfera) może się poruszać w pionie (to tzw. ruchy izostatyczne) lub w poziomie, wywołując wędrówkę bloków lądowych, nazywaną dryfem kontynentów.

„Pływająca" po astenosferze litosfera może pękać, a wtedy płynne skały pod wpływem wysokiego ciśnienia przeciskają się szczelinami ku górze i albo zastygają przed osiągnięciem powierzchni (tworząc tzw. dajki), albo wydostają się na powierzchnię, co daje początek procesom wulkanicznym. Wtedy, przez chwilę, dochodzi do odwrócenia normalnej sytuacji — płynne skały z astenosfery pokrywają lokalnie sztywną litosferę. Po czym zastygają.

Astenosfera jest podgrzewana od spodu, a jej stopione skały unoszą się ku powierzchni. Nazywamy to prądami konwekcyjnymi, które istnieją zawsze, gdy występują warstwy płynne lub gazowe różniące się temperaturą (to gradient temperatur). Tak dzieje się np. z powietrzem podgrzewanym przez kaloryfer, kiedy ogrzane powietrze unosi się do sufitu i rozchodzi na boki, bo wyżej już wznieść się nie może. Podobnie jest z prądami konwekcyjnymi w astenosferze, tyle że dla nich takim sufitem jest dolna granica litosfery. Wędrujące teraz poziomo masy magmy z czasem się oziębiają i po pewnym czasie zapadają się z powrotem w astenosferę, gdzie znów są podgrzewane i cały cykl zaczyna się od nowa. W wyniku tego ruchu magmy, układającego się na kształt kanciastej litery O, powstają tzw. komory konwekcyjne, które, niczym swoiste geologiczne *perpetuum mobile*, mogą funkcjonować przez setki milionów lat. Chyba że — i tu sprawy stają się bardziej interesujące, a my zbliżamy się do wyjaśnienia tajemnicy ryftów — znajdujemy się na granicy dwóch komór konwekcyjnych, a wznoszące się wzdłuż rozgraniczającej je ściany prądy rozchodzą się w przeciwnych kierunkach. Wtedy każdy z nich „ciągnie" swoją część litosfery w inną stronę, co w końcu może doprowadzić do jej pęknięcia i wypływu części magmy. Powstają wtedy długie szczeliny, przez które astenosfera dosłownie wylewa się na powierzchnię Ziemi. Właśnie te szczeliny nazywamy ryftami.

Ryfty są rodzajem otwartych ran na powierzchni Ziemi, a stale napływająca od dołu magma wciąż rozsuwa starsze i zakrzepłe już masy skalne na boki, nie dopuszczając do ich łatwego zabliźnienia. Gdy ten proces trwa odpowiednio długo, powstaje charakterystyczna struktura o symetrycznych pasach mas skalnych, znana z dna oceanów. W obrębie ryftów skały są najmłodsze i najgorętsze, a po bokach symetrycznie stają się co-

raz starsze, coraz zimniejsze i zalegają coraz głębiej. Ryfty, w pewnym sensie, są maszyną do produkcji skorupy oceanicznej.

Początkowo związek ryftów z życiem nie był oczywisty i widziano w nich jedynie zjawisko geologiczne, niemające z biologią nic wspólnego. Wszystko się zmieniło w latach 80. XX wieku, gdy zaczęto odkrywać w obrębie ryftów tzw. czarne kominy — nieoczekiwane siedlisko bardzo bogatych i bardzo osobliwych ekosystemów. Czarne kominy to wydłużone i stożkowate struktury o wysokości od kilku do kilkunastu metrów. Tryskają tędy ogrzane do 100, a nawet 200 stopni Celsjusza roztwory siarki i związków metali, a właściwie wszystkiego, co znajduje się w magmie i jest rozpuszczalne w gorącej wodzie. Ten niezwykły koktajl, który można porównać do skondensowanej wody morskiej (gdzie też rozpuszczona jest cała tablica Mendelejewa, tylko w znacznie niższych stężeniach), choć przy tych temperaturach, ciśnieniu i głębokości, na jakiej występuje, przywodzi na myśl raczej piekielne niż rajskie warunki, okazał się wymarzoną pożywką dla niezliczonych gatunków bakterii i archeanów[1], potrafiących korzystać z zawartych w nich substancji i czerpać z tego darmowego i potężnego źródła energię. Część tych organizmów redukuje siarkę, inne ją utleniają, jeszcze inne wiążą jony metali z tlenem lub — przeciwnie — redukują ich tlenki do siarczków, a wszystkie razem składają się na swoistą fabrykę chemiczną, zdolną do wyprodukowania wielkiej ilości materii organicznej, na której mogą potem żerować rzesze konsumentów i konsumentów tych konsumentów, budując przebogate, choć przestrzennie ściśle zlokalizowane ekosystemy. Gdy pierwsze zdjęcia gęsto obrośniętych przez tzw. robaki ryftowe kominów trafiły na łamy czasopism, te obszary niecodziennego biologicznego przepychu, przez kontrast z niemal zupełnie pozbawionymi życia przestrzeniami den oceanicznych, nazwane zostały oazami ryftowymi.

Bogactwo życia ryftowego zdumiewa, choć w gruncie rzeczy nie powinno. Ziemskie życie do rozwoju potrzebuje trzech elementów: energii (w formie dającej się wykorzystać przez żywe organizmy), wody i dwutlenku węgla, a także niezbędnych, choć już w stosunkowo niewielkich ilościach, różnych pierwiastków i związków, takich jak fosfor, siarka, azot i liczne metale, wbudowywane do służących jako katalizatory białek — enzymów. Obecność tych mikroelementów jest kluczowa, gdyż czasem brak choćby jednego składnika może przesądzić o ubóstwie lub bogactwie środowiska. A na ryftach, zwłaszcza w otoczeniu kominów, nie brakuje właściwie niczego. Źródłem energii dla niemal całego ziemskiego życia są promienie słoneczne (które rośliny i sinice nauczyły się wykorzystywać w procesie fotosyntezy), ale gdy światła brakuje, do gry wkraczają bakterie, które energię czerpią z reakcji chemicznych. Oazy ryftowe korzystają z takiego właśnie chemicznego zasilania i są to jedyne duże ekosystemy na Ziemi, które przetrwałyby nawet całkowitą zagładę powierzchniowej biosfery lub długotrwałe „wyłączenie” Słońca. Życie na ryftach jest w znacznej mierze samowystarczalne.

Ryfty, jak już wiemy, to struktury *par excellence* oceaniczne. Czy jednak mogą powstawać również na lądach, tak by można je było obserwować bez korzystania z batyskafów? Tak, choć to bardzo rzadkie i zwykle krótko-

trwałe zjawisko. Lądy zbudowane są ze znacznie lżejszych od bazaltów skał magmowych (głównie granitów) i dlatego skorupa lądowa zwana jest inaczej granitową (tak jak oceaniczna — bazaltową). Granity, jako lżejsze, wywierają mniejszy nacisk na astenosferę, więc by zrównoważyć nacisk skorupy bazaltowej, musi być ich więcej. Dlatego właśnie skorupa oceaniczna ma średnio grubość pięciu do dziesięciu kilometrów, a lądowa od trzydziestu do stu. A ponieważ skały granitowe są dodatkowo sztywniejsze od bazaltów, więc rozerwanie skorupy kontynentalnej jest znacznie trudniejsze i dlatego magma z astenosfery dużo łatwiej znajduje ujście na dnie oceanów niż na kontynentach. Nie jest to jednak niemożliwe: gruba i sztywna skorupa lądowa, zwłaszcza gdy rozpościera się na wielkich obszarach, działa jak połączenie izolatora i pokrywki na garnku kipiącej wody — wprawdzie powstrzymuje wodę przed rozlaniem, ale zarazem prowadzi do wzrostu ciśnienia i temperatury pod spodem, a to się może skończyć wybuchem. Taki wybuch oznacza rozerwanie ciągłej warstwy skał granitowych i może prowadzić do powstania ryftu na lądzie[2].

Pod koniec paleozoiku wszystkie istniejące wówczas lądy połączyły się w jeden superkontynent zwany Pangeą, a pod tą gigantyczną pokrywką zaczęły się zbierać wielkie ilości gotującej się magmy, co w końcu musiało doprowadzić do rozerwania jej ciągłości i do powstania mniejszych bloków lądowych, tworzących dziś siedem kontynentów. Jeżeli zarysy ich linii brzegowych wciąż do siebie pasują, to dlatego, że kiedyś wszystkie stanowiły części jednego superlądu. Te linie brzegowe są więc krawędziami dawnych ryftów, które powstawały w ciągu ery mezozoicznej i na początku kenozoiku i — jeśli działały odpowiednio długo — rozdzielały kontynenty potomne nowymi oceanami, takimi jak Atlantyk czy Ocean Indyjski. Czasem ryfty powstawały, działały przez pewien czas i zamierały (to jakby zabliźnienie tej otwartej rany, do której ryfty są przyrównywane) lub przenosiły się gdzie indziej, gdzie wznawiały swą działalność. Przykładem takiego zamarłego ryftu jest dziś rów Renu — głęboka wyrwa otoczona z dwóch stron symetrycznymi pasmami gór: Ardenów, Wogezów, Szwarcwaldu i innych. Ten ryft był aktywny w początkach ery kenozoicznej, gdy ciągły wcześniej ląd Euroameryki zaczął pękać, rozdzielony powstającym w tym okresie północnym Atlantykiem. Ale rozerwanie tak wielkiej masy lądowej nie jest łatwe, powstają liczne ryfty efemeryczne i w końcu „zwycięża” ten,

który zdoła przyciągnąć najwięcej z wznoszących się mas roztopionych skał astenosfery. Ryft reński był średniej wielkości, funkcjonował kilkanaście milionów lat, zdołał otworzyć się na kilkadziesiąt kilometrów i dźwignąć na znaczne wysokości kilka łańcuchów górskich, aż w końcu zamarł, a główne siły rozrywające przesunęły się na zachód, po granice Portugalii i Wysp Brytyjskich. Gdyby tak się nie stało i ryft reński utrzymałby swoją aktywność, Europa kończyłaby się dziś na granicy niemiecko-francuskiej, a Francja, Beneluks, Hiszpania i Wielka Brytania byłyby stanami Ameryki Północnej. Ale stało się inaczej i po dawnej „próbie" rozerwania wielkiego lądu pozostały tylko czytelne formy krajobrazu, liczne wygasłe wulkany oraz osady niezwykłego jeziora Messel, którego zatruwane cyklicznie wyziewami wulkanicznymi wody są cmentarzyskiem niezliczonych stworzeń żyjących w i ponad jeziorem (ptaki, owady i nietoperze spadały do niego, gdy znalazły się w chmurze zabójczych gazów); dziś to jeden z najbardziej znanych skarbców ze skamieniałościami na świecie.

Obecnie ta działalność ryftotwórcza na lądach już ustała, „najsilniejsze" ryfty odseparowały od siebie siedem dużych mas lądowych i jest to zapewne stan względnej równowagi, gdy kontynenty nie są już tak wielkie, by miały pękać dalej na jeszcze mniejsze fragmenty. Przyszłością świata jest raczej połączenie dzisiejszych bloków w jeden superkontynent, jakąś następną Pangeę, a nie dalsza fragmentacja. Taki cykl: superkontynent („Pangea") → fragmentacja → kolejny superkontynent → kolejna fragmentacja itd. zachodzi, jak się zdaje, od co najmniej miliarda lat i powtarza się co około dwieście pięćdziesiąt milionów lat. Obecnie znajdujemy się w fazie schyłkowej kolejnego rozdrobnienia mas lądowych. Jest tylko jedno miejsce na Ziemi, gdzie ląd pęka nadal — to Afryka Wschodnia, miejsce narodzin człowieka![3]

Ryft afrykański jest młody, jego aktywność rozpoczęła się niecałe dziesięć milionów lat temu i to ona spowodowała wybrzuszenie pasa Afryki biegnącego od obszaru Afaru w Etiopii aż po wyżynę Karru w RPA, która — choć bez zjawisk wulkanicznych — też związana jest genetycznie z tym wydarzeniem. Pomógł w tym „bąbel" wznoszącej się magmy, który rozerwał się na obszarze Afaru (to jeden z wyjątkowych „gorących punktów" na Ziemi) i zapoczątkował jednocześnie trzy ryfty: Morza Czerwonego, Zatoki Adeńskiej i Afryki Wschodniej. Ten tzw. *triple point* jest też unikatem

w skali świata, ale nas interesować będzie tylko jego południowy odcinek, bo to z nim związały się na trwałe losy naszego gatunku[4].

Parę milionów lat później wznoszące się masy magmy doprowadziły do rozerwania skorupy kontynentalnej i powstania znanego nam już z obszaru reńskiego ukształtowania terenu z dwoma symetrycznymi pasmami gór rozdzielonymi głębokim rowem zajętym przez wodę (w Afryce to głównie leżące wzdłuż osi północ–południe jeziora, takie jak Turkana, Niasa czy Malawi). Ten etap przypadł na siedem do pięciu milionów lat temu, a więc dokładnie czas narodzin pierwszych hominidów. Wtedy też na obszarze dzisiejszej Kenii rozerwał się drugi „bąbel", co wpłynęło na losy afrykańskiego ryftu, rozdzielonego odtąd na dwie gałęzie. Dziś w jego centralnej części, na obszarze Kenii i Tanzanii, mamy dwa ramiona, ryft wschodni (albertyński) i zachodni (kenijski), przedzielone sztywną wyżyną zajętą częściowo przez wody ogromnego, ale płytkiego i bardzo często zmieniającego swój zarys Jeziora Wiktorii. W każdym razie zdarzenie to spowodowało dodatkowe rozszerzenie całej struktury do sześciuset kilometrów, dzięki czemu dziś ryftowa część sawanny obejmuje tak wielkie obszary. Wszystko to skomplikowało niepomiernie budowę tej części Afryki i sprawiło, że historia hominidów, tak silnie związana z sawannami i ryftem lądowym, zyskała tak niezwykłą scenerię.

Koincydencja miejsca i czasu powstania tak wyjątkowej struktury geologicznej — połączenia dwóch gorących punktów z jedynym od kilkudziesięciu milionów lat aktywnym ryftem lądowym — i najbardziej niezwykłego gatunku, jaki się kiedykolwiek narodził, jest zdumiewająca i zapewne nieprzypadkowa. Dodatkowo wszystkie stanowiska wczesnych hominidów — w Olduvai, nad jeziorem Turkana, a wreszcie i nad rzeką Awasz w Etiopii — zaczęto odkrywać począwszy od końca lat 60, a więc dokładnie wtedy, gdy geologowie zidentyfikowali ryfty śródoceaniczne i zorientowali się, że dziwna struktura we wschodniej Afryce ma tę samą naturę. Odkrycie prawdziwej kolebki hominidów i jej niezwykłej natury nastąpiło więc praktycznie w tym samym czasie. Związek tych dwóch przedziwnych zjawisk — geologicznego i ewolucyjnego — nie mógł ujść uwadze badaczy. Ponieważ jednak nikt wówczas nie kojarzył ryftów ze strukturami sprzyjającymi życiu, zależności poszukiwano jedynie w specyficznym ukształtowaniu afrykańskiego ryftu, odcinającego pasmem wysokich gór wschodnią część kontynentu.

Pierwszym i bardzo oryginalnym pomysłem była tzw. hipoteza East Side Story, autorstwa francuskiego antropologa Yvesa Coppensa, skądinąd odkrywcy jedynych jak dotąd afrykańskich hominidów spoza obszaru wielkiego ryftu — z Czadu. Sama koncepcja narodziła się w maju 1982 roku podczas konferencji na temat ewolucji człowieka zorganizowanej przez Papieską Akademię Nauk w Watykanie. Przedstawiono tam dokonania ostatnich dwóch dekad, a więc epoki „wielkich odkryć" afrykańskich hominidów, której kulminacją było znalezienie w 1974 roku w etiopskim Hadarze Lucy. Na początku lat 80. pojawił się pomysł inwentaryzacji tych wszystkich znalezisk, tak że, siedząc na konferencji, Coppens mógł kontemplować mapy z naniesionymi stanowiskami afrykańskich hominidów — wszystkie występowały na wschód od wzniesień ograniczających wielki ryft, na obszarach sawann, gdzie dziś nie żyją żadne wielkie małpy. Szympansy i goryle na zachodzie, hominidy na wschodzie, a w środku góry związane z ryftem. I ani jednej kopalnej kości małp człekokształtnych na obszarze ryftowym — wszystkie, bez wyjątku, należały do naszej linii rodowej. Coppens czuł, że to musi się układać w jakąś spójną całość, i zaczęła mu świtać pewna myśl, którą trzy lata później przedstawił w odczycie w American Museum of Natural History w Nowym Jorku właśnie pod nazwą „East Side Story"[5]. Wedle jego scenariusza jeszcze osiem, dziesięć milionów lat temu cała Afryka równikowa, od Atlantyku aż po wybrzeża Oceanu Indyjskiego, była równiną porośniętą gęstym lasem deszczowym, w którym żyli przodkowie współczesnych szympansów i goryli oraz inne wielkie małpy, których linie wymarły. Przed około ośmioma milionami lat zaczęły się ruchy tektoniczne i zjawiska wulkaniczne, które z czasem uformowały Wielki Ryft i wydźwignęły pas wyżyn rozdzielający zachodnią i wschodnią część kontynentu. Zdaniem Coppensa kluczowa rolę odegrał tu wyższy i wystawiony bezpośrednio na wiatry znad Atlantyku ryft zachodni, dziś związany z pogrążonymi w wiecznych chmurach górami Ruwenzori, Mitumba i Wirunga, gdzie dożywają swych dni ostatnie na świecie goryle górskie. To właśnie te góry zbierają masy wilgotnego powietrza znad Atlantyku — leżąca dalej dolina ryftowa, wyżyny i kolejne odgałęzienia ryftów to już domeny sawann, dokąd deszcze docierają rzadko i tylko ze wschodu, wraz z monsunami znad Oceanu Indyjskiego zwiastującymi porę wilgotną.

Coppens uznał, że tak radykalne zmiany klimatu i roślinności były potężnym mechanizmem ewolucyjnym, który faworyzował zupełnie odmienne

przystosowania na wschodzie niż na zachodzie kontynentu i dla małp stanowił szczególne wyzwanie — jedne z nich nauczyły się żyć na otwartych przestrzeniach i dały początek hominidom (a także, choć w inny sposób, pawianom), reszta pozostała wierna nadrzewnemu środowisku i schroniła się w dżunglach na zachodzie. Wśród szczątków kostnych z Afryki Wschodniej nie ma żadnych praszympansów ani pragoryli dlatego, że ryft stanowił dla nich barierę, której nigdy nie przekroczyły. Ich historia to West Side Story, nasza — to właśnie East Side Story. To tłumaczy zarazem, dlaczego człowiek i szympans są tak genetycznie bliscy i dlaczego szczątki ich przodków nigdy nie występują wspólnie.

Jak na razie model Coppensa jest jednym z nielicznych, który wszyscy w zasadzie akceptują. Człowiek powstał tam, a nie gdzie indziej, bo w tym dokładnie czasie na wschodzie Afryki potężne siły tektoniczne rozerwały skorupę kontynentu, a w miejscu, gdzie to nastąpiło, znalazły się akurat małpy gotowe do zejścia z drzew. Resztę załatwiły klimat i szata roślinna. Sukces modelu Coppensa polegał na jego prostocie i zgodności z oczekiwaniami (a po części zapewne i chwytliwej nazwie). Potwierdzał hipotezę sawanny, która okrężną drogą od Osborna poprzez Darta po Ardreya torowała sobie drogę i w antropologii, i publicznej świadomości, aż powszechnie zaakceptowano sawanny wschodnioafrykańskie w roli kolebki człowieka.

Niestety ta prostota prowadzi chyba do nadmiernych uproszczeń. W modelu Coppensa ryft tłumaczy po prostu powstanie sawanny, ale nic więcej go z narodzinami człowieka nie łączy — to sawanna nas stworzyła, nie ryft. Tyle tylko, że sawanna przecież rozciąga się aż do brzegów Oceanu Indyjskiego, a jednak z jakichś względów wszystkie wczesne stanowiska antropologiczne towarzyszą sawannie na ryfcie, a nie sawannie jako takiej[6]. To ciekawa koincydencja, nad którą koncepcja East Side Story przechodzi do porządku dziennego. Coppens założył również po cichu, że przodkowie szympansów nigdy nie „zeszli na sawannę” (a zatem nie mogli później „wrócić na drzewa”), bo w ewolucji człowieka zawsze preferowano kierunkowość i przekonanie, że kto raz wszedł na „słuszną” (tzn. hominidową) drogę, nigdy jej już nie porzucił. Ale każde tego typu ukryte założenie wymaga dowodów, a tych brakuje (są za to przesłanki wskazujące, że takie powroty mogły się zdarzać). W końcu i nasz domniemany (a potem wymazany z genealogii) antenat — ramapitek — też kiedyś był mieszkańcem otwartych przestrzeni (azjatyckich stepów), a potem uznano go za przodka

orangutana, żyjącego w gęstych lasach. Również hobbit, jak się zdaje, powrócił częściowo do nadrzewnego trybu życia.

Słabością teorii Coppensa jest także, jak sądzę, sprowadzenie ryftu afrykańskiego do roli biernej bariery dla wiatrów znad Atlantyku — a przecież to struktura geologiczna tak niezwykła, że można się chyba po niej spodziewać więcej. Na przykład, że ona sama, a nie tylko wtórnie przez nią wywołane zmiany klimatyczne, też odegrała jakąś rolę w powstaniu hominidów. Tylko jaką?

W latach 80. XX wieku naukowcy zaczęli uważniej przyglądać się strukturze Wielkiego Ryftu. Szczególne znaczenie miały prace Leo Laporte'a i Adrienne Zihlman z University of California w Santa Cruz, łączące osuszenie wschodniej Afryki z lokalną tektoniką, a nie wyłącznie z globalnymi zmianami klimatu i powstaniem strefy deszczowego „cienia", czego przyczyną było wyłonienie się ryftowej bariery dla wiatrów znad Atlantyku. Przełom przyniosło zaprzęgnięcie do pracy komputerów i symulacje klimatu Afryki Wschodniej przy zmiennych parametrach wysokości ryftu i intensywności opadów. Prace te, prowadzone przez Pierre'a Sepulchre'a z Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environment w Gif-sur-Yvette, pokazały, że ów „efekt cienia" zależał od spełnienia licznych warunków dodatkowych, a szczególnie od wysokości ryftu: już przy jego obniżeniu o jeden kilometr efekt cienia zanikał, a szata roślinna z sawannowej zmieniała się z powrotem w leśną.

Wielu współczesnych geologów zwraca uwagę, że ryft afrykański to nie pojedyncza struktura, ale złożony system geologiczny, obok wielkich rowów zbudowany też z sieci mniejszych spękań i dolin (zwanych grabenami) oraz ograniczonych nimi wyniesionych bloków (horstów) tworzących razem skomplikowaną mozaikę, nazywaną wschodnioafrykańskim systemem ryftowym (East African Rift System, czyli EARS). Ta mozaikowość budowy przekłada się na mozaikę warunków klimatyczno-florystycznych, a więc też i mozaikę nisz ekologicznych, co w połączeniu ze zmiennością sił tektonicznych działających przez ostatnie osiem milionów lat oraz zmiennością globalnego klimatu, który w tym czasie wchodził w najbardziej niezwykły okres fluktuacji w dziejach (więcej na ten temat w następnym rozdziale) powodowało istny kalejdoskop nacisków ewolucyjnych, które w rozmaitych mikrośrodowiskach mogły faworyzować (lub eliminować) najrozmaitsze rozwiązania. Ten właśnie kalejdoskop nacisków selek-

cyjnych i warunków środowiskowych mógł przyczynić się do narodzin tak niezwykłego gatunku jak człowiek, lecz zarazem sprawiał, że nigdy nie było jednej „linii" ludzkiej, tak jak nigdy nie było jednej doliny ryftowej, która by tę linię faworyzowała, co wynikałoby z modelu Coppensa. Takie koncepcje, łączące wprost strukturę, czy raczej system ryftowy Afryki z pochodzeniem hominidów są ostatnio intensywnie rozwijane[7]. W tym ujęciu pochodzenie hominidów nie było wynikiem pojedynczego procesu tektonicznego, który przyczynił się do „sawannyzacji" Afryki Wschodniej (a przez to do „zejścia z drzew"), ale złożonej kombinacji procesów tektonicznych i klimatycznych, wywołujących szybkie i ograniczone przestrzennie przejścia od klimatu wilgotnego do suchego i odwrotnie, a zatem — jak piszą Christensen i Maslin: „naciski środowiskowe konieczne, by skierować naszych przodków na drogę hominizacji". W artykule Ganich to połączenie tektoniki z antropogenezą postawione zostało wprost i uznane za niemal pewny fakt naukowy. Autorzy piszą:

> Darwin wyraźnie nie doceniał znaczenia środowiska fizycznego jako mechanizmu ewolucji, uznawszy, że dobór naturalny może napędzać zmiany ewolucyjne nawet przy braku jakkolwiek zmian środowiska fizycznego lub klimatu […]. Jak dokładnie narodził się człowiek i jak przebiegała jego ewolucja, to złożony problem intelektualny, ale jedno zdaje się już pewne: w ostatecznym rachunku to tektonika odpowiada za powstanie człowieka.

O ile więc nie ma już raczej wątpliwości, że związek antropogenezy z powstaniem ryftu afrykańskiego, zmianą szaty roślinnej z leśnej na sawannową i krajobrazu z płaskiego na silnie zróżnicowany był ścisły i nieprzypadkowy, to warto chyba pójść krok dalej i zastanowić się, czy powstanie ryftów było tylko rodzajem spustu uruchamiającego zmiany topografii, klimatu i szaty roślinnej, czy może też sama obecność ryftu odegrała jakąś rolę, przyczyniając się do powstania lokalnych „oaz życia", podobnie jak przyczyniła się do powstania „oaz ryftowych" na dnie oceanu.

W tym celu porównajmy Afrykę z dwoma innymi kontynentami, na których w kenozoiku zachodziły podobne procesy klimatyczne i gdzie również rozwinęły się rozległe obszary trawiaste, różniące się jednak tym, że tam nigdy nie powstało nic, co przypominałoby system ryftowy. Te kontynenty to Ameryka Południowa, którą już Buffon traktował jako ląd bliźniaczy dla Afryki i dziwił się, że nie żyją tam odpowiedniki afrykańskiej fauny sawan-

nowej, oraz Australia, której zagadkowe ubóstwo fauny może być kluczowe dla naszych rozważań. Zauważmy najpierw, że oba te lądy były kiedyś częścią tego samego superkontynentu Pangei i w początkach mezozoiku, w czasach dinozaurów, miały zbliżone warunki i podobną faunę dużych zwierząt. Potem jednak, wraz z postępującym rozpadem Pangei, podążyły własnymi drogami, a różnice między nimi zaczęły się pogłębiać.

Przyjrzyjmy się najpierw Ameryce Południowej. Wraz z powstaniem ryftu atlantyckiego Ameryka Południowa — wówczas wyspowa — zaczęła swój długi, bo trwający do dziś, ruch ku zachodowi, napierając coraz bardziej na skorupę Pacyfiku, która podsuwała się pod nią wzdłuż tzw. strefy subdukcji (będącej niejako odwrotnością ryftu), a zanurzająca się w astenosferze warstwa bazaltów rozgrzewała się i topiła, jej lżejsze składniki unosiły się ku górze i wreszcie dochodziło do rozrywania skorupy lądowej wzdłuż zachodniego brzegu kontynentu. Tak powstawały Andy, góry o charakterze wulkanicznym, nie fałdowym, które z czasem utworzyły ciągły łańcuch na całej długości pacyficznego wybrzeża Ameryki Południowej. Ten łańcuch stanowi podobną, choć wyższą barierę dla deszczów znad Pacyfiku, jak ryft afrykański dla wilgoci napływającej znad Atlantyku. Południowoamerykańska „strefa cienia” nie jest jednak zbyt szeroka, a ze względu na charakterystyczny trójkątny kształt kontynentu w centralnej, najszerszej części nie sięga basenu amazońskiego, który pokryty jest niemal w całości tropikalną dżunglą, odpowiednikiem afrykańskiej dżungli dorzecza Kongo. Ku południowi jednak kontynent szybko się zwęża (a klimat staje się chłodniejszy), tak że na wysokości Urugwaju i Argentyny bariera andyjska wystarcza, by osuszyć obszary leżące po jej wschodniej stronie — tak powstały rozległe pampasy, bliski odpowiednik afrykańskiej sawanny. Mimo tych podobieństw kontrast między obiema „sawannami” jest jednak uderzający. Sawanna afrykańska, przynajmniej w pasie między ryftami, to jeden z najbogatszych ekosystemów na Ziemi, z niezliczonymi stadami ssaków kopytnych i towarzyszącymi im nieodłącznie wielkimi drapieżnikami. Za to „sawanna” amerykańska jest uboga, jej największe ssaki roślinożerne to świniopodobne gryzonie — kapibary, a wielkich drapieżników nie ma tu wcale. Organizowanie safari na amerykańskich pampasach nie miałoby żadnego sensu. Zdumienie Buffona było jak najbardziej zasadne — coś spowodowało, że fauna obu tych bliźniaczych kontynentów tak bardzo się

różni. Czyżby obecność (w Afryce) lub brak (w Ameryce) wielkiego ryftu kontynentalnego?[8]

Jednak bardziej jeszcze charakterystyczną, a dla nas ciekawszą właściwością tych obszarów był całkowity brak naziemnych naczelnych, które mogłyby być odpowiednikiem afrykańskich pawianów i wczesnych hominidów. Ameryka Południowa jest jednym z dwóch obszarów radiacji naczelnych[9], a obfitość i zróżnicowanie gatunków małp w dżunglach amerykańskich są porównywalne z bogactwem małp dżungli basenu Konga. Badacze często zwracali uwagę na swoistą symetrię radiacji naczelnych po obu stronach Atlantyku — w obu powstały małpy o bardzo podobnym wyglądzie, zwyczajach pokarmowych i upodobaniach. Z jedną wszakże różnicą — *żadna* z amerykańskich małp nigdy nie zeszła z drzew i żadna nie zaczęła życia na pampasach, nie stanęła na dwóch nogach i nie stała się „człowiekiem". Nigdy nawet nie powstały tam odpowiedniki małp człekokształtnych — dużych, bezogoniastych, brachiacyjnych i eksperymentujących ze schodzeniem z drzew (co czyniły wszystkie wielkie małpy Starego Świata). Przeciwnie — amerykańskie małpy są tak bardzo nadrzewne, że nawet ich ogony stały się chwytne i pełnią u większości z nich funkcję piątej kończyny. Tego z pewnością nie da się wyjaśnić Wielkim Zabijaniem — najwyraźniej i wcześniej pampasy nie były środowiskiem, w którym małpy czułyby się dobrze.

Ciekawsze i bardziej pouczające jest porównanie Afryki z Australią. Oba kontynenty były kiedyś połączone, oba zbudowane są głównie z bardzo starych skał, oba pozbawione są młodych łańcuchów górskich[10] (poza górami Atlas, ograniczającymi Afrykę od północy — ale tylko do Tunezji, dalej na wschód, w Libii i Egipcie, gór już nie ma, a reszta tego łańcucha wyłania się na obszarze włoskiego „buta" jako Apeniny) i oba wreszcie nie uległy zlodowaceniu podczas czwartorzędowej epoki lodowej. Jeśli dodać do tego niemal całkowity (w Afryce) i zupełny (w Australii) brak młodego wulkanizmu, otrzymujemy obraz kontynentów pozbawionych jakichkolwiek źródeł naturalnego „zasilania" czy użyźniania — bo to właśnie młode góry, wulkany i lodowce są czynnikami wzbogacającymi obszary, na których występują, w składniki odżywcze i mikroelementy, które bez stałego uzupełniania szybko są przez erozję usuwane. Powierzchnię kontynentu porównać można do grządki w ogródku — chcąc uzyskać bogate plony, trzeba ją stale użyźniać, dodając te substancje, których jej brakuje. W przeciwnym razie

grządka ubożeje, a pożądane odmiany i gatunki zastępowane są przez mało wymagające (ale i mało dające) chwasty, które w końcu zaczynają dominować. W przypadku ogródka dostarczaniem nawozów zajmuje się hodowca, w warunkach naturalnych tę samą rolę odgrywają właśnie młode góry (ich skały nie zostały jeszcze zużyte), lodowce (które rozkruszają i mielą skały) oraz — przede wszystkim — wulkany, bez których proces „recyklingu" skał musiałby się zatrzymać. To dlatego osady polodowcowe (gliny zwałowe), zwietrzelina młodych gór, namuliska rzeczne i — w szczególności — gleby wulkaniczne są dziś rolniczymi spichlerzami naszej planety, a odsłonięte, stare kopuły granitowe to najbardziej jałowe obszary świata. Australię można uznać, w dużym uproszczeniu, za jedną wielką, starą kopułę granitową, co ma bardzo daleko idące konsekwencje biologiczne. Zobaczmy zresztą…

Uboczne skutki biedy, czyli czy w Australii głupota popłaca

Tim Flannery, nazywany niekiedy z racji swych zainteresowań i talentu popularyzatorskiego australijskim S.J. Gouldem, w swej znakomitej książce *Future Eaters* [*Zjadacze przyszłości*] tak pisze o swoim macierzystym kontynencie: „Z braku aktywności tektonicznej i działalności lodowców [australijskie] gleby nie mogą się odnawiać i są najuboższe ze wszystkich kontynentów. Praktycznie wszystkie są «skamieniałe», w tym sensie, że utworzone były bardzo dawno temu i nigdy potem nie zostały wzbogacone. Są martwe jak wyschnięte szkielety padłych zwierząt i praktycznie pozbawione wszelkich substancji odżywczych. […] Efekty tego ubóstwa są rozległe, gdyż wpływa ono nie tylko na charakter życia na lądzie, ale nawet na ekosystemy otaczających nas wód oceanicznych. Dzieje się tak dlatego, że australijskie rzeki dostarczają do oceanu bardzo małe ilości nutrietów, a w rezultacie tutejsze wody przybrzeżne należą do najbardziej jałowych na świecie. Mówiąc dosadniej — wody Australii są jak lustrzane odbicie jej gleb: w obu przypadkach mamy do czynienia z prawdziwymi pustyniami". Australijskie rybołówstwo morskie, podobnie jak australijskie sadownictwo, to brzmi jak oksymoron.

Na to skrajne ubóstwo gleb nakłada się jeszcze klimat, który tylko pogarsza i tak już nieciekawą sytuację. Australia tak jak Europa leży w strefie klimatu umiarkowanego, który wszędzie ma przebieg sezonowy, czyli pory roku cyklicznie się zmieniają. W przypadku Australii jest inaczej, bo jej klimatem rządzi w znacznym stopniu nie Słońce, ale kapryśne i nieprzewidywalne „Dzieciątko" — prąd oceaniczny El Niño, przenoszący wody między Australią a Ameryką Południową i z nadzwyczajną *nieregularnością* (czas trwania tzw. efektu El Niño waha się od dwóch do ośmiu lat) wywołujący już to katastrofalne ulewy, już to przedłużające się susze. Taka nieprzewidywal-

ność uniemożliwia planowanie — przez ludzi i zwierzęta. Zważmy zresztą: europejskie zimy bywają mroźne i długie, ale *zawsze* kończą się wiosną w następnym roku. Wiewiórki, robiące zapasy na zimę, podobnie jak rolnicy gromadzący ziarno w spichlerzach, zachowują się racjonalnie i — w obu przypadkach — poniekąd instynktownie. Ten kołowrót pór roku trwa już tak długo, że wszystkie gatunki strefy umiarkowanej przystosowały się, każdy na swój sposób, do stawiania czoła tym naturalnym wyzwaniom, przed którymi nic nie jest w stanie ich uchronić. Wśród tych adaptacji są też inteligencja i zdolność planowania (a także wynalazek ognia i wyrób ubrań), ale ponieważ przyszłość jest przewidywalna, inne (zwierzęce) adaptacje też się sprawdzają.

W Australii jest inaczej. Tu nie ma w zasadzie mroźnych i śnieżnych zim, a adaptacją nie jest gromadzenie zapasów — bo tych jest mało, a przyszłość jest nieprzewidywalna — lecz rezygnacja ze wszystkiego, co wymagałoby zużywania dramatycznie brakującej energii. Znalazło to skrajny wyraz w systemach rozrodczych ssaków i ptaków. Jedne i drugie to zwierzęta endotermiczne, które swój sukces zawdzięczają stałej aktywności i dużej plastyczności zachowań, a więc i znacznej produkcji energii, co w Australii jest trudne. Stąd charakterystyczny dla torbaczy, a nieznany u łożyskowców system „rotacyjnej” ciąży, co polega na tym, że samice mają płody — zawsze bardzo małe i słabo rozwinięte — na różnych etapach rozwoju embrionalnego i stale gotowe są do naturalnej aborcji. Torbacze rodzą tylko wtedy, gdy przychodzi okres bujnego (jak na australijskie warunki) rozwoju roślinności, w przeciwnym zaś razie albo utrzymują młode w warunkach zatrzymanego rozwoju w macicy lub torbie, albo rezygnują z płodzenia potomstwa i pozbywają się go. Z kolei australijskie ptaki składają znacznie mniej jaj niż ptaki innych kontynentów i wykształciła się u nich specyficzna struktura społeczna, w której jedno lub dwa młode pozostaje z rodzicami aż do osiągnięcia dojrzałości i całkowicie wycofuje się z rozmnażania na rzecz pomocy w karmieniu braci i sióstr. Zdaniem Flannery’ego nawet niezwykły sposób poruszania się kangurów — skoki na dwóch nogach — ma swe źródło w ubóstwie australijskich gleb. Pisze on: „Przy małych prędkościach bieganie i skakanie wymagają zbliżonej ilości energii, ale gdy szybkość wzrasta, kangurze skoki stają się oszczędniejsze. Dzieje się dlatego, że przy każdym skoku energia w momencie lądowania przenoszona jest na ścięgna i może być wykorzystana do następnego skoku. Podobnie też siły działające podczas skoku przemieszczają worek trzewiowy do dołu, wywołując podciśnienie zasysające powietrze do płuc. Dzięki temu kangury oszczędzają energię potrzebną do poruszania mięśniami piersiowymi”.

Konieczność oszczędzania energii obserwować można we wszystkich aspektach australijskiego życia, ale może najdramatyczniejsze są skutki tych oszczędności dla najbardziej energożernego z organów — mózgu. W porównaniu ze ssakami łożyskowymi wszystkie torbacze mają małe mózgi, co było jednym z powodów uznania ich za ssaki „drugiej kategorii”. Znalazło to wyraz w nazwie, jaką im nadano: Metatheria, czyli jakby „ssaki pośrednie” (w odróżnieniu od łożyskowych — Eutheria, „ssaki główne”). Choć w przypadku torbaczy i łożyskowców mamy do czynienia z zadziwiającymi wręcz przykładami konwergencji, będącej efektem przystosowania się do zbliżonych warunków życia (co z kolei znalazło wyraz w ich analogicznych do łożyskowców na-

zwach rodzajowych — np. kret workowaty, mysz workowata, tygrys workowaty, wilk workowaty), to podobieństwo kończy się, gdy wkraczamy w obszar inteligencji. EQ (współczynnik encefalizacji, czyli coś w rodzaju zwierzęcego odpowiednika IQ, tyle że stosowany w odniesieniu do gatunków, nie osobników) torbaczy jest w każdej z tych porównywalnych grup mniejszy niż u ich łożyskowych odpowiedników. Niechlubny rekord w tej dziedzinie dzierżą rozkoszne workowate niedźwiadki koala, u których obie półkule mózgu skurczyły się tak bardzo, że nie przylegają już ani do siebie, ani do i tak niewielkiej puszki mózgowej. W sumie mózg koali wygląda jak silnie wysuszony orzech w łupinie. Tak samo było w przeszłości — u jednego z nielicznych australijskich gigantów, dwutonowego diprotodona, niemal cała czaszka zbudowana była z gąbczastych kości, a miniaturowy mózg tkwił w niej niczym obeschła pestka. Jak pisze sarkastycznie Flannery, „It may indeed pay to be dumb in Australia" („Być może głupota rzeczywiście popłaca w Australii"). W naszych rozważaniach nad miejscem narodzin najbardziej „umózgowionego" ze wszystkich ssaków na Ziemi ta uwaga może mieć kapitalne znaczenie.

Wpływ ubóstwa australijskiej przyrody nie ogranicza się do tego pojedynczego (choć najważniejszego) organu i obejmuje w istocie cały ekosystem wyspowego kontynentu. W Australii jest w ogóle mało ssaków, zarówno gdy uwzględniamy ilość gatunków, zróżnicowanie ekologiczne, jak i wielkość całej ich biomasy. Choć kangury są ekologicznym odpowiednikiem antylop i mają nawet typowe dla przeżuwaczy wielokomorowe żołądki (to wyjątkowo piękny przykład niewidocznej konwergencji), to próżno szukać na tym kontynencie wielotysięcznych stad, stanowiących wręcz symbol afrykańskiej sawanny. Nie ma też powodu, by obawiać się tu drapieżników — te stojące najwyżej na drabinie ekologicznej gatunki (a więc najbardziej narażone na niedostatki energii) zawsze były tam rzadkością, nawet przed Wielkim Zabijaniem, które towarzyszyło przybyciu Aborygenów.

W Australii jeszcze 60 tysięcy lat temu na ogólną liczbę zaledwie sześćdziesięciu gatunków ssaków osiągających wagę powyżej dziesięciu kilogramów tylko dwa lub trzy należały do drapieżnych i wszystkie wyginęły. Porównanie z innymi kontynentami jest szokujące. W samych Stanach Zjednoczonych żyją dziś — po wymieraniu sprzed 10 tysięcy lat! — 23 gatunki drapieżników, zwykle znacznie większych niż te, które wymarły w Australii. To ubóstwo australijskich mięsożerców nie wynika z pewnością z jakiegoś wrodzonego dla torbaczy zamiłowania do roślinożerności: w Ameryce Południowej torbacze zajęły nisze ekologiczne wielkich drapieżników, a należąca do nich rodzina Borhyaenidae rozwinęła cały wachlarz mięsożer-

nych przystosowań, od odpowiedników naszych łaszowatych aż po adaptacje typowe dla tygrysów szablozębnych, było, nie było, pogromców słoni. W Australii po prostu nie było zapotrzebowania ani warunków na takie energetyczne ekstrawagancje, za to świetne warunki znalazły tu energooszczędne gady. Ich zróżnicowanie i obfitość wręcz trudno sobie wyobrazić: na australijskich pustyniach spotkać można więcej gatunków gadów niż na wszystkich innych kontynentach razem wziętych! Na jednej tylko z wydm biolodzy zidentyfikowali czterdzieści siedem gatunków jaszczurek — więcej niż w całej Europie!

Kto chciałby widzieć w tym wszystkim efekt jakiegoś ekologicznego zapóźnienia tej części świata, niech się szykuje na niespodzianki. Górzysta i w części wulkaniczna Nowa Gwinea jeszcze 20 milionów lat temu była płaskim, północnym cyplem Australii, który dzielił z nią faunę, florę, budowę geologiczną i klimat. Ale potem wszystko się zmieniło. W wyniku ruchu całego lądu ku północy i kolizji z blokiem azjatyckim ten północny półwysep wziął na siebie cały impet zderzenia i uległ wypiętrzeniu, a wciskająca się pod niego skorupa oceaniczna doprowadziła do intensywnego wulkanizmu, który użyźnił jałowy wcześniej skrawek lądu. Nowa Gwinea stała się w ten sposób czymś na kształt buforu, na którym skupiły się wszelkie siły tektoniczne, oszczędzone dzięki temu pozostającej w tektonicznym cieniu Australii. Ekologiczny efekt tej rozbieżnej historii geologicznej obu części dawnego lądu Sahul jest niebywały — Nowa Gwinea to dziś jeden z najbogatszych biologicznie obszarów świata. Odcisnęło się to też na mieszkańcach tej wyspy, pobratymcach Aborygenów — Papuasach, którzy, wykorzystując bogate i nadzwyczaj urodzajne gleby, na położonych ponad granicą bujnych lasów płaskowyżach stworzyli najstarsze na Ziemi kultury rolnicze, gdzie gęstość zaludnienia jest większa niż w Holandii (1641 osób na km kwadratowy)! Flannery uważa, że koczowniczy i żyjący w skrajnym rozproszeniu Aborygeni (ok. czterystu tysięcy ludzi w całej Australii, prawdopodobnie tyle samo, co w momencie przybycia tam Europejczyków) są potomkami rolników, którzy porzucili osiadły tryb życia w odpowiedzi na nieprzewidywalny charakter australijskiego klimatu i przeraźliwe ubóstwo australijskich gleb.

Bardzo podobne wnioski przynosi porównanie z Nową Zelandią — innym fragmentem wspólnego z Australią lądu, który oderwał się wcześniej, bo przed ok. 80 milionami lat, i podążył na wschód, też wywołując podgi-

nanie się (subdukcję) płyty pacyficznej i związany z tym wulkanizm, którego uboczne przejawy w postaci gejzerów są dziś jedną z wizytówek wyspy[11]. Nowa Zelandia ma klimat umiarkowany, niemal europejski, bo w swym ruchu na wschód (a nie na północ, jak Australia) nigdy nie zbliżyła się do tropików. Podczas plejstoceńskiej epoki lodowej wyspa ta przeżyła siedemnaście okresów zlodowaceń, podobnie jak obszar Wielkiej Brytanii po drugiej stronie równika. Dla białych, którzy przybywają tu od dwustu lat, Nowa Zelandia to taka lepsza i piękniejsza wersja jej niegdysiejszej europejskiej metropolii. Kraj ma niezwykle bogate gleby, a lokalna fauna wyróżnia się nadzwyczajnym bogactwem ptaków[12] (i żab), w tym największą na świecie liczbą nielotnych odmian, o ekologicznych przystosowaniach przypominających adaptacje ssaków na innych kontynentach. Jeszcze w bardzo nieodległej przeszłości, przed wymieraniem spowodowanym przybyciem przed około tysiącem lat Maorysów i w osiemset lat później powtórzonym za sprawą Europejczyków, wyspę zamieszkiwały liczne gatunki nielotnych strusi moa, papug i ptaków drapieżnych o niezwykłych przystosowaniach. Jak pisze Flannery, gatunki te zajęły nisze ekologiczne żyraf, przeżuwaczy, małp i tygrysów; jego zdaniem tak wyglądałby dziś świat, gdyby pod koniec kredy poza dinozaurami wymarły też ssaki.

Nie ma tam natomiast rodzimych ssaków (poza trzema gatunkami nietoperzy i niedawno przybyłym wraz z Maorysami gatunkiem szczura — kiore),[13] ale Flannery jest przekonany, że odrywając się od Australii, Nowa Zelandia zabrała ze sobą „ładunek” prymitywnych ssaków, które potem wymarły.

Dlaczego? Odpowiedź, jakiej udziela, jest niespodziewana i paradoksalna, a dla nas niesie ważne przesłanie — bogactwo wyspy okazało się *zbyt wielkie* dla ssaków, które przegrały w konkurencji z energetycznie bardziej rozrzutnymi ptakami[14]. Przeciwny mechanizm, zdaniem Flannery’ego, zadecydował w pewnym momencie o przegranej łożyskowców z torbaczami w Australii. Na początku tam występowały (świadczą o tym znalezione niedawno szczątki ich prymitywnych przedstawicieli z okresu kredowego), ale potem uległy w konkurencji z torbaczami, którym sukces w warunkach skrajnego ubóstwa tego kontynentu zapewniło mniejsze zapotrzebowanie na energię.

Porównanie Afryki z innymi kontynentami i blokami wyspowymi dawnej Gondwany pozwala nam w nowy sposób spojrzeć na naszą wschodnioafrykańską kolebkę. Istniała ona dokładnie w miejscu, gdzie ten ogólnie ubogi kontynent został wzbogacony („użyźniony”, chciałoby się powiedzieć) w wyniku wyjątkowego w skali całego globu zdarzenia, jakim było powstanie ryftu śródlądowego. W tym miejscu przed ośmioma milionami lat rozwarła się ziemia i na powierzchnię dostawały się odtąd wszystkie te substancje, których od milionów lat brakowało. Bogactwo afrykańskiej sawanny jest głęboko związane z tą ryftową maszyną recyklingu, wielkim naturalnym użyźniaczem, z którym nasze losy splotły się nierozerwalnie nie tylko na początku, gdy hominidy powstawały, ale i do samego końca: od *A. ramidus* po *H. sapiens* niemal wszystkie kolejne gatunki hominidów powstawały na tej geologicznej strukturze i były z nią ekologicznie związane.

W poszukiwaniu życia pozaziemskiego, czyli o życiodajnej mocy ryftów

W ostatnich latach rolę ryftów docenili również egzobiolodzy, czyli poszukiwacze życia pozaziemskiego. Panowało dotąd przekonanie, że do powstania i rozwoju życia potrzebna jest przede wszystkim woda, bo jest to środowisko, w którym wszelkie (ziemskie) życie się rozwija. A woda w płynnej postaci może istnieć tylko na planetach, które znajdują się w zapewniającej odpowiednie warunki odległości od swojej gwiazdy, przy czym ta „odpowiednia” odległość jest różna w zależności od masy i natężenia jej promieniowania. Tak narodziło się pojęcie „strefy życia” (*habitable zone*), czyli pasa, w którym planeta musi się znaleźć, by życie na niej mogło się narodzić i przetrwać[15]. W naszym Układzie Słonecznym strefa ta obejmuje tylko Ziemię (wraz z Księżycem), bo najbliższe jej planety: Mars i Wenus, znajdują się tuż za jej granicami: na jednej z nich (Marsie) jest za zimno, a na drugiej (Wenus) za gorąco, by wody powierzchniowe mogły się utrzymać.

Oczywiście, sama obecność w strefie życia to za mało, by mogła nastąpić biogeneza, o czym świadczy przykład naszego Księżyca. Dlatego egzobiolodzy stworzyli całą listę dodatkowych warunków, bez których spełnienia powstanie i przetrwanie życia byłoby trudne lub wręcz niemożliwe. Jednym z nich jest obecność atmosfery, która może się utrzymać tylko na odpowiednio masywnym globie (masa Księżyca jest za mała). Coraz więcej badaczy zwraca jednak uwagę, że być może najważniejszym z tych warunków jest aktywna tektonika połączona z obecnością ryftów, bo tylko one zapewniają planecie stały recykling substancji odżywczych, które inaczej — zatrzymane w osadach i inkorporowane do skał — musiałyby sukcesywnie wypadać z obiegu. Taką tezę prezentuje między innymi Tilman Spohn, dyrektor Niemieckiego Centrum Badań Kosmicznych i szef Europejskiej Agencji Kosmicznej, który na niedawnym Kongresie Planetologicz-

nym powiedział: „Tektonika płyt odnawia zasoby nutrientów, bez których prymitywne życie jest niemożliwe. Wyobraźmy sobie powierzchnię planety, na której związki te zostały wyczerpane. By życie bakteryjne mogło się utrzymać, trzeba je przywrócić, a tektonika płyt jest właśnie naturalną metodą osiągnięcia tego celu”. Spohn zwraca też uwagę, że istnieją globy, które spełniają te warunki, choć nie znajdują się w „strefie życia” macierzystej gwiazdy. Na przykład na Europie, jednym z księżyców Jowisza, znajduje się podlodowy ocean ze swoistą formą recyklingu i obecnością równie swoistych ryftów (funkcję płyt litosfery pełni tam popękana skorupa lodowa, prądy konwekcyjne występują w samym oceanie, a ryftami są dobrze widoczne na zdjęciach pęknięcia tej skorupy, w których rozgrzane wody wydostają się na powierzchnię). Europa stanowi najważniejszy cel przyszłych badań egzobiologicznych, a tamtejsze „ryfty” — najbardziej obiecujące miejsca do prowadzenia poszukiwań. Z kolei inny z księżyców Jowisza, Ganimedes, większy od Europy i dalej położony, choć również ma swój podlodowy ocean, wydaje się globem jałowym, gdyż tam warstwa wody występuje najprawdopodobniej między dwiema warstwami lodu, więc nie jest ogrzewana od spodu i nie mogą tam powstawać tego typu prądy konwekcyjne.

Ale ryfty być może potrzebne są nie tylko, by podtrzymać życie na Ziemi (i poza nią). Wydaje się coraz bardziej prawdopodobne, że były też potrzebne, by proces biogenezy zainicjować. Od czasu odkrycia oaz ryftowych, których ekosystemy oparte są na produkcji pierwotnej zasilanej (energią i nutrietami) przez same ryfty, rośnie przekonanie, że mogły to być idealne miejsca do narodzin życia, a model „pierwotnej zupy” Oparina i Haldane’a, kiedyś dominujący, staje się coraz bardziej anachroniczny. W modelu tym bowiem życie mogło narodzić się gdziekolwiek w oceanie, co — między innymi — stwarza trudny do rozwiązania problem koncentracji wstępnych produktów biogenezy, które w otwartym zbiorniku w każdej chwili mogą się rozpłynąć w bezmiarze wód. Jeszcze trudniejsza jest kwestia precyzyjnej lokalizacji dostaw dającej się wykorzystać energii, czego woda oceaniczna nie zapewnia. Model ryftowy te ograniczenia znosi.

Model biogenezy na ryftach, w szczegółach bardzo skomplikowany, wydaje się dziś najbardziej uniwersalny i przekonujący. Antropogeneza na ryfcie jest empirycznym faktem, przynajmniej na razie. Powstanie życia i powstanie człowieka to dwa kluczowe momenty, które całkowicie odmieniły historię naszej planety i sprawiły, że jest ona wyjątkowa na pewno w naszym Układzie Słonecznym, a może i w całym Wszechświecie. I oba te wydarzenia związały się z ryftami. Przypadek?

[1] Ogólnie — tzw. ekstremofilów, wśród których przeważają tzw. archeany (inne używane określenia to archeony lub archeowce), które od pewnego czasu formalnie już do bakterii nie są zaliczane, choć razem z nimi wchodzą w skład tzw. prokariontów.

[2] Dodatkowym mechanizmem rozrywającym mogą być tzw. pióropusze magmy, rodzaj wielkich bąbli unoszących się z głębi astenosfery, lub nawet z okolic jądra Ziemi i przebijających skorupę w miejscach zwanych gorącymi punktami (*hot spots*). Powstanie takich gorących punktów może być pierwszym krokiem do narodzin prawdziwego ryftu.

[3] Drugim takim miejscem, znacznie mniejszym, mniej aktywnym i ukrytym przed oczami geologów jest dno jeziora Bajkał, gdzie istnienie niewielkiego ryftu lądowego jest potwierdzone, ale bardzo mało o nim wiadomo. Jest jeszcze Islandia, wyspa na środku Atlantyku, dosłownie przepołowiona przez aktywny ryft. Islandia jednak to nie kontynent, zbudowana jest w całości ze skorupy bazaltowej, a jej ryft jest w istocie przedłużeniem ryftu śródatlantyckiego.

[4] Jego północna część, przedłuża się na obszar geograficzny Azji — poprzez dolinę Jordanu i Morze Martwe aż po Jezioro Galilejskie. Tam z kolei narodziły się trzy główne religie monoteistyczne.

[5] Y. Coppens, *East Side Story: The Origin of Humankind*, „Scientific American”, maj 1994, s. 88–95.

[6] Oczywiście, środowisko ryftowe z jego obfitością naturalnych odsłonięć, dobrze widocznym następstwem warstw i licznymi wkładkami tufów wulkanicznych, znakomicie ułatwiających datowanie, sprzyja poszukiwaniu skamieniałości i skłania badaczy do ich koncentracji na tych terenach, ale nie tłumaczy to chyba całkowitego braku odkryć dalej na wschód, poza zasięgiem wschodniej gałęzi ryftu kenijskiego. Odkrycia w Czadzie, na zachód od ryftu zachodniego, pokazują, że i w takich obszarach też można prowadzić — i to z powodzeniem — poszukiwania paleontologiczne.

[7] Zob. np. Beth Christensen i Mark Maslin, *Rocking the Cradle of Humanity: New thoughts on climate, tectonics and human evolution*, czy M. Royhan Gani i Nahid Gani, *Tectonic Hypotheses of Human Evolution*. Oba teksty w: „Geotimes”, styczeń 2008.

[8] Fauna Ameryki Południowej, inaczej niż Afryki, uległa znacznemu zubożeniu w ciągu ostatnich 10 tysięcy lat, wraz z pojawieniem się tam ludzi z ich zdolnościami łowieckimi i skłonnością do przekształcania środowiska. Wyginęły wtedy wszystkie duże ssaki, w tym także pampasowe. I przedtem jednak nie tworzyły one tak dużych skupisk jak w Afryce.

[9] Lub trzech, jeśli liczyć osobno Madagaskar z jego lemurami.

[10] Alpy Australijskie, stosunkowo niewielki łańcuch ograniczający część Australii od wschodu, nie są — wbrew nazwie — wieku alpejskiego i stanowią pamiątkę po oderwa-

niu się od Australii jej wschodniego fragmentu, tworzącego dziś tzw. blok Tasmantis obejmujący głównie Nową Zelandię i Nową Kaledonię (ale, paradoksalnie, nie Tasmanię, będąca geologicznie częścią Australii; zarówno Tasmania jak i Tasmantis wywodzą swe nazwy od holenderskiego żeglarza i odkrywcy Abla Tasmana). Wypiętrzenie Alp Australijskich ok. 80 milionów lat temu nie ma odpowiednika w żadnej z europejskich orogenez. Natomiast odpowiednikiem alpejskiego Atlasu są dla Australii góry Nowej Gwinei, które powstały niedawno, podczas kolizji z Azją.

[11] Dokładniej — dwóch wysp (północnej i południowej) oraz wielu mniejszych, tworzących przybrzeżne archipelagi.

[12] Raczej wyróżniała — czas teraźniejszy odnosi się do okresu sprzed przybycia ludzi na wyspy, co spowodowało hekatombę rodzimych gatunków. To akurat łączy Nową Zelandię i Australię.

[13] Który przyczynił się do zagłady przebogatej fauny żab.

[14] Ptaki mają szybszy metabolizm i średnio wyższe temperatury ciała; na taką energetyczną rozrzutność mogą sobie pozwolić tam, gdzie środowisko jest zasobne, koncentrując się zwykle na wysokoenergetycznych źródłach pożywienia, np. owadach, owocach lub nektarze.

[15] W literaturze kosmologicznej ta „strefa życia” zwana jest często „strefą Złotowłosej”. To odwołania do znanej bajki, której bohaterka musiała dostać owsiankę „akurat” — ani za zimną, ani za gorącą [przyp. red.].

Rozdział szósty

Homo glacialis

Miejsce narodzin hominidów i człowieka nie wydaje się więc przypadkowe. Przeciwnie, można uznać, że jest wyjątkowe w skali całego globu i wyjątkowo „stymulujące”, choć na sposób, jaki Osbornowi nie mógł nawet przyjść do głowy. Co jednak z czasem naszego — czyli rodziny hominidów i gatunku *Homo sapiens* — powstania? Od narodzin planety minęło pięć miliardów lat, od powstania życia prawie cztery miliardy, od początku istnienia ssaków ponad dwieście milionów, od pojawienia się pierwszych naczelnych — siedemdziesiąt milionów lat. Jeśli Ziemię, a przynajmniej jej biosferę, uznać za swoistą „metodę na wyłonienie człowieka”, jak to kiedyś ujął Wallace, kończąc tym intrygującym sformułowaniem swą książkę *Man’s Place In the Universe* [*Miejsce człowieka we Wszechświecie*], to trzeba przyznać, że była to metoda raczej mało efektywna, a na pewno bardzo powolna. Z „wyłonieniem” człowieka natura najwyraźniej się nie spieszyła.

No więc dlaczego aż cztery miliardy lat. Dlaczego nie wcześniej? A może, dlaczego nie później![1] Dlaczego w ogóle? Albo — i właśnie takie pytanie wydaje mi się rozsądniejsze — dlaczego właśnie w tym momencie, czyli, zależnie od tego, o co pytamy, dlaczego ok. pięciu milionów lat temu, gdy powstawały hominidy, dwa miliony lat temu, gdy rodziły się pierwsze *Homo*, przed dwustu tysiącami lat, kiedy pojawił się *Homo sapiens*, czy wreszcie pięćdziesiąt tysięcy lat temu, gdy wyłonił się „człowiek behawio-

ralnie współczesny”. Dlaczego nie w jakimkolwiek innym momencie burzliwej historii życia na Ziemi? Czy nasz czas („nasz”, czyli odpowiednio hominidów, rodzaju *Homo*, gatunku *Homo sapiens*, a w końcu człowieka takiego jak my) był (i jest) w jakiś sposób szczególny i niepowtarzalny, czy może człowiek powstał, bo właściwa grupa zwierząt (małp człekokształtnych) znalazła się we właściwym miejscu (na sawannach Afryki Wschodniej) i — z konieczności — „zeszła z drzew”, a dalej już wszystko potoczyło się niemal automatycznie? To przykład prostych pytań, na które nie ma prostych odpowiedzi, już choćby dlatego, że wszystko to były zjawiska jednostkowe, a nie powtarzalne, i nie mamy ich z czym porównywać. Nauka lubi porównania, bo opiera się na doświadczeniach, w których może badać wpływ poszczególnych czynników na ostateczny rezultat. Wtedy w kolejnych krokach eksperymentator zmienia pojedyncze parametry w grupie podlegającej badaniu (i pozostawia je bez zmian w grupie kontrolnej) i obserwuje jak te zmiany oddziałują na efekt końcowy.

Takiej powtarzalności i kontrolowanych warunków procesy ewolucyjne, zwłaszcza wyjątkowe, nie zapewniają i dlatego tak wielkiego znaczenia nabierają tzw. naturalne eksperymenty i zjawiska konwergencji, a więc procesy choć w części powtarzalne i po części też umożliwiające porównania. Jeśli wiemy np., że oczy powstały niezależnie kilkadziesiąt razy w różnych liniach ewolucyjnych, to możemy wnioskować, że po pierwsze przynosiły one korzyści posiadającym je stworzeniom (i dawały im selekcyjną przewagę nad tymi, które ich nie miały), a po drugie, że ich powstanie było względnie łatwe, skoro tak wiele gatunków wpadło na ten sam (choć różnie zrealizowany) „pomysł”. Chyba że akurat opłacało się narządów wzroku pozbyć, jak u gatunków podziemnych lub jaskiniowych, które z kolei wielokrotnie i niezależnie od siebie oczy traciły; tu też możemy dość łatwo dokonywać uogólnień. Z tego samego powodu, badając liczne przypadki utraty zdolności do lotu u ptaków wyspowych, możemy spekulować, dlaczego na wyspach opłaca się pozbyć skrzydeł[2]. Wyspy zresztą są idealnym miejscem do takich ewolucyjnych porównań, bo jest ich dużo, są często do siebie podobne (choć nigdy identyczne) i niejednokrotnie w podobny sposób wpływały na ewolucję. Ale człowiek nie powstał na wyspie, niestety.

Kiedy badamy zjawisko zupełnie wyjątkowe (czyli jednorazowe) — a tak jest w przypadku antropogenezy — które nigdy się nie powtórzyło, musimy posłużyć się innymi metodami. Jedną z nich jest konstruowanie

modeli i następnie — w oparciu o znane mechanizmy ewolucyjne — formułowanie hipotez, jak mogłaby potoczyć się ewolucja, gdyby pewne warunki zostały spełnione lub zmienione. Tak uczynił wspomniany już w pierwszym rozdziale Dale Russell z hipotetycznym myślącym potomkiem dinozaura (dinozauroidem), ale ten model alternatywnej ewolucji, choć inspirujący, nie wydaje się — jak pamiętamy — zbyt przekonujący.

Takie przykłady hipotetycznych ewolucyjnych scenariuszy są rzadkie, ale nie są nienaukowe. Przeciwnie, ich tworzenie wymaga dogłębnej znajomości procesów ewolucyjnych i świetnego wyczucia, bo opisując to, co się zdarzyło, wystarczy zebrać dostępne fakty, ale żeby stworzyć model ewolucji możliwej, lecz nigdy niezrealizowanej, trzeba rozumieć, jak te fakty są ze sobą powiązane i co z tych powiązań wynika. Można też z takimi alternatywnymi modelami polemizować, co nawet kiedyś sam uczyniłem[3], starając się wykazać, dlaczego propozycja Russella wydaje mi się dyskusyjna.

Przy interpretacji jednostkowych i rzadkich procesów ewolucyjnych można próbować posłużyć się jeszcze jedną metodą — sprawdzić, czy nie towarzyszyły im jakieś inne, równie rzadkie wydarzenia, a jeżeli tak, czy nie istniał między nimi jakiś związek. Jeśli są takie przesłanki, pokusa, by je ze sobą łączyć, staje się uzasadniona, a im takich wyjątkowych i synchronicznych zdarzeń jest więcej, tym bardziej prawdopodobne, że były one ze sobą powiązane. Błyskawice to rzadkie zjawiska przyrody, grzmoty też, ale jeśli jedno zawsze — lub dostatecznie często — towarzyszy drugiemu, to bardzo prawdopodobne, że występuje między nimi jakaś zależność. Podobnie jak tęcza i deszcz przy słonecznej pogodzie. Dziś wiemy oczywiście, dlaczego te zdarzenia występują łącznie, lecz nie zawsze było to jasne. W tej książce szukamy takich właśnie nie zawsze oczywistych związków i pytamy, na czym mogły polegać.

Kiedy pod koniec lat 70. XX wieku w morskich osadach późnokredowych w północnych Apeninach koło miasta Gubbio odkryto warstewkę iłu wzbogaconego irydem (to bardzo rzadki pierwiastek) i gdy okazało się, że została ona osadzona 65 milionów lat temu, dokładnie w czasie, kiedy wymierały dinozaury, to zastosowano takie właśnie rozumowanie: skoro dwa rzadkie i bardzo nietypowe zjawiska występują równocześnie, to istnieje spore prawdopodobieństwo, że jedno spowodowało drugie albo miały wspólne przyczyny i warto sprawdzić, jak ten związek mógł wyglądać. W przypadku Gubbio historia jest dobrze znana. Iryd występuje znacznie

częściej w meteorytach (i, ogólnie, w materii kosmicznej[4]) niż na powierzchni Ziemi, więc nagła koncentracja tego pierwiastka w osadach powstałych w jakimś momencie dziejów planety wskazuje na jednorazową dostawę dużych jego ilości z Kosmosu, a to najłatwiej wyjaśnić zderzeniem (impaktem) Ziemi ze sporym ciałem kosmicznym. Wielkość tego obiektu da się nawet wyliczyć, jeśli założymy, że iryd opadł na Ziemię wraz z chmurą pyłów poimpaktowych, a zawartość w iłach z Gubbio uogólnimy na całą planetę; przy takim założeniu można oszacować masę meteorytu, który pierwiastek ten na Ziemię dostarczył. Te wyliczenia pozwoliły zrazu ocenić średnicę bolidu na około dziesięciu kilometrów, co przekładało się na wielkość krateru uderzeniowego rzędu stu kilometrów (kratery są zwykle około dziesięciu razy większe od bolidów) i dawało nadzieje na jego odnalezienie (dzięki dodatkowym przesłankom, np. wielkości okruchów opadających pyłów, których rozmiary zależą od odległości od miejsca kolizji). Jak wiemy, apenińskie znalezisko doprowadziło ostatecznie do odkrycia na Jukatanie impaktowej struktury Chixculub.

Pytanie, jakie sobie wcześniej zadaliśmy, brzmiało: czy powstaniu człowieka towarzyszyły jakieś rzadkie, potężne i nietypowe wydarzenia, które można by z naszymi narodzinami powiązać i które mogłyby tłumaczyć, dlaczego stało się to właśnie w tym momencie dziejów. Sam fakt, że od powstania naczelnych upłynęło 65 milionów lat, i stwierdzenie, że widocznie tyle czasu zajmuje „wyprodukowanie” człowieka, to trochę za mało.

Wśród przyczyn antropogenezy możemy raczej wykluczyć upadek planetoidy, po pierwsze dlatego, że brak dowodów, by coś takiego nastąpiło w ciągu kilku ostatnich milionów lat, po drugie zaś proces uczłowieczenia był rozciągnięty w czasie, a skutki impaktu są natychmiastowe, czasem jedynie rozciągają się na miesiące, co najwyżej lata[5]. Czy zatem, powtórzmy, narodzinom człowieka towarzyszyło jakieś rzadkie i nietypowe, ale trwające parę milionów lat wydarzenie?

Odpowiedź nasuwa się od razu — epoka lodowa. W dziejach Ziemi zlodowacenia występowały rzadko, co kilkaset milionów lat, normą był klimat ciepły, bezśnieżne zimy i bieguny bez mrozów i czap lodowych. Na palcach jednej ręki można policzyć wszystkie epoki lodowe, jakie zdarzyły się od początku istnienia życia na Ziemi — dwie w prekambrze (2,4–2,2 miliarda lat temu i 800–600 milionów lat temu) i trzy we fanerozoiku: pod koniec ordowiku, w permokarbonie i w czwartorzędzie. Trzy pierwsze to czasy za-

nim życie wyszło na ląd, czwarte zlodowacenie towarzyszyło pierwszym tetrapodom, ale skończyło się przed powstaniem największych i najważniejszych ich grup: dinozaurów, ssaków i ptaków. Przez cały mezozoik panował klimat wyrównany i ciepły, również na obszarach polarnych. Cała historia naczelnych związana była z takim stanem ciepłej Ziemi, w dodatku w jej najgorętszym wydaniu — nie dziw, że małpy były i są mieszkańcami stref tropikalnych.

Z hominidami było inaczej. Zlodowacenia towarzyszyły nam właściwie od początku i wiele ważnych wydarzeń w naszej ewolucji zachodziło pod ich dyktando lub przynajmniej pod ich wpływem. Stopniowe ochłodzenie zaczęło się już w oligocenie — wtedy być może powstały pierwsze lodowce antarktyczne — i odtąd, choć z przerwami, Ziemia zmierzała do pełnej epoki lodowej. Około sześciu milionów lat temu, gdy powstawały hominidy, wpływ tych zmian klimatycznych dał się już odczuć w Afryce Wschodniej — ciągła pokrywa leśna uległa przerwaniu, choć miejsce dzisiejszych sawann zrazu zajmowały lasy parkowe. Rodzaj *Homo* powstał przed dwoma milionami lat, z początkiem czwartorzędu, czyli pierwszej od końca paleozoiku ogólnoplanetarnej epoki lodowej. Gdy dziesięć tysięcy lat temu ustąpiły ostatnie lądolody, na północy zaczął się holocen, nowa era w dziejach Ziemi i zarazem nowa era w historii człowieka — rewolucja neolityczna[6]. Cała współczesna cywilizacja rozwinęła się podczas holocenu, wyjątkowo ciepłego, wyjątkowo długiego i wyjątkowo łagodnego okresu interglacjalnego. Jesteśmy, jak powiedział kiedyś wybitny ewolucjonista amerykański Steven Stanley „dziećmi epoki lodowej”. Bez niej nie byłoby nas na świecie[7].

Skoro epoki lodowe są tak rzadkimi wydarzeniami w dziejach Ziemi, to fakt, że jedna z nich mocno splotła się z naszymi losami, jest bez wątpienia znaczący. Wszystkie epoki lodowe, jakie się do tej pory zdarzyły, miały ogromny wpływ na rozwój życia, nie dziwi więc, że i ta ostatnia również. Przy czym, choć epoki lodowe miały zawsze zasięg globalny (poprzez zmiany klimatu na całej Ziemi, a niekoniecznie za sprawą ogólnoplanetarnego rozprzestrzenienia się samych lądolodów)[8], to mogły oddziaływać wybiórczo na poszczególne gatunki lub grupy organizmów. Zwłaszcza w dziejach ssaków, a więc naszej linii rodowej, prawdopodobny wydaje się wpływ permokarbońskiej epoki lodowej na powstanie endotermii (ciepłokrwistości), co z pewnością uznać należy za jedno z kluczowych wydarzeń ogólnie

w dziejach życia, a w szczególności w ewolucyjnej historii człowieka. W tym rozdziale rozważymy więc, czy istotnie zlodowacenia miały tak szczególne znaczenie dla rozwoju hominidów i powstania naszego gatunku. Przy okazji spróbujemy też ustalić, czy nasza (tzn. czwartorzędowa) epoka lodowa była typowa, czy też może sama była wyjątkiem wśród wyjątkowych zdarzeń. Zobaczmy.

Lody i lądy

Na to, że połowa Europy i połowa Ameryki Północnej były jeszcze w bardzo nieodległej przeszłości pokryte grubymi na kilka kilometrów lądolodami, geologowie zwrócili uwagę późno, bo dopiero w połowie XIX wieku, a i to nie przyszło im łatwo. Trudno się zresztą dziwić, bo choć ślady tej nieodległej lodowcowej przeszłości są na półkuli północnej widoczne na każdym kroku, to fakt ten jest tak zdumiewający i tak sprzeczny ze zdrowym rozsądkiem (przecież miejsce lodowców jest górach, nie na nizinach…), że próbowano dla ich wytłumaczenia odwoływać się do innych, bardziej przemawiających do wyobraźni faktów. Głównie do Powszechnego Potopu.

Zacznijmy od tych śladów. Maksimum ostatniego zlodowacenia rozpoczęło się zaledwie około dwudziestu tysięcy lat temu i przez kolejne dziesięć mileniów lądy północy pokrywała gruba na dwa do trzech kilometrów pokrywa lodowa, przesuwająca się z wolna na południe, a wtopione w nią głazy i żwir pod ogromnym ciśnieniem rysowały podłoże. Gdy potem wszystko stopniało, te rysy pozostały razem z miliardami ton skalnego rumoszu, którego największe bryły, pochodzące wyraźnie z innych miejsc, bo w podłożu takich skał nie było, osiągały wielkość piętrowych budynków. Czasem, jeśli skały były nietypowe i charakterystyczne (jak czerwone granity rapakiwi) i występowały *in situ* tylko na ograniczonych obszarach, najczęściej Skandynawii, można było nawet określić, skąd się wzięły. Coś najwyraźniej musiało je na europejskie niziny przytransportować. Tylko co?

Te głazy narzutowe (nazywane wtedy eratykami)[9] przemieszane z gliną (w sumie to tzw. glina zwałowa, czyli, wedle XIX-wiecznej terminologii, dryft) były niewątpliwie osadem i to pewnie pochodzenia wodnego, bo cóż innego mogło tę skalną mieszaninę przenieść tak daleko? Wiatr?! Uznano,

że tylko gigantyczne fale mogły sprostać temu zadaniu, a że wszyscy mieli głęboko wpisany w świadomość obraz biblijnego potopu, trudno się dziwić, że próbowano jedno z drugim łączyć. W geologii zrodził się nurt zwany dyluwializmem (od *diluvium* — potop), którego przedstawicielami byli najwybitniejsi naturaliści pierwszej połowy XIX wieku[10] z Williamem Bucklandem na czele. Potrafili oni za pomocą potopu wyjaśnić najprzeróżniejsze zjawiska, np. obecność skamieniałości wymarłych gatunków, nawet ryb (te miały zginąć nie z nadmiaru wody, ale za sprawą jej turbulencji), a także występowanie szczątków zwierząt morskich w wysokich górach, gdzie żadna zwykła powódź nie mogłaby sięgnąć. Z dryftem mieli jednak pewien kłopot. Po pierwsze niektóre z głazów narzutowych były zdecydowanie zbyt wielkie jak na możliwości transportowe najpotężniejszych nawet fal, a po drugie ich występowanie było wyraźnie ograniczone geograficznie do północy naszego kontynentu, a Biblia powstała w Ziemi Świętej, gdzie akurat ten dryftowy osad w ogóle nie występuje.

W pierwszej połowie XIX wieku kończyła się trwająca od kilkuset lat stosunkowo chłodna epoka klimatyczna (niektórzy łączą jej koniec z rewolucją przemysłową i silnym zanieczyszczeniem atmosfery pyłami i gazami cieplarnianymi), którą dziś nazywamy — z pewną przesadą — Małą Epoką Lodową. Podczas jej trwania lodowce w Alpach — jedynym miejscu środkowej Europy, gdzie przetrwały one od końca plejstocenu — zeszły nisko w doliny, ale gdzieś około roku 1820 rozpoczęły odwrót i z roku na rok ich jęzory wycofywały się w wyższe rejony gór. Trudno było tego nie zauważyć — kto urodził się na początku stulecia i ponownie odwiedził te okolice w wieku dojrzałym, musiał dostrzec, że niektóre wysoko położone alpejskie miasteczka, wcześniej niemal przylegające do lodowców, teraz były od nich oddalone o setki metrów. Dla każdego, kto znał geologię, słyszał o dryfcie (i problemach, jakie się z nim wiązały) i miał bystry zmysł obserwacji, pewne fakty musiały złożyć się w jedną, choć z pozoru szaloną koncepcję. Ustępujący lodowiec pozostawił po sobie ślady — głazy narzutowe, gliny zwałowe, a przede wszystkim wszechobecne rysy na wygładzonych powierzchniach skał, wyglądające jakby ktoś je powycinał różnej wielkości dłutami. Tym razem nie mogło być wątpliwości, kto tego dokonał — ta lufa jeszcze dymiła!

Hipoteza niedawnej epoki lodowej, równie nowatorska i równie rewolucyjna jak koncepcja dryfu kontynentów, miała swego ojca założyciela (Lo-

uisa Agassiza), prekursorów, którzy już wcześniej dostrzegli implikacje pewnych faktów (całkiem długa lista) i wreszcie okres burzliwego rozwoju, kiedy ścierały się różne szkoły i interpretacje, i wypracowane zostały współczesne dojrzałe koncepcje i różne nieortodoksyjne hipotezy. Tak rozwija się każda nauka, a dzieje koncepcji epoki lodowej są znakomitą tego ilustracją. Dlatego każdemu z etapów jej historii warto teraz poświęcić kilka słów.

Najpierw prekursorzy — a był ich legion. Wszyscy oni zwracali uwagę na głazy narzutowe (eratyki) jako świadectwa dawnych lodowców (alpejskich lub skandynawskich), które musiały mieć kiedyś znacznie większy zasięg niż w ich czasach. Takie myśli i spostrzeżenia znaleźć można w pracach Goethego (którego dokonania na polu literatury i przyrodoznawstwa porównać można do podobnie dwutorowej spuścizny Erazma Darwina, dziadka Karola), Jamesa Huttona (jego *Teoria Ziemi* z 1788 roku uważana jest za pierwszy systematyczny wykład procesów geologicznych, dziś obejmowanych nazwą geologii dynamicznej) i mało obecnie znanych badaczy, jak Pierre Martel (jako pierwszy pisał o eratykach już w 1744 roku), Jean-Pierre Perraudin, Jean de Charpentier czy szwedzki mineralog Daniel Tilas, który tłumaczył rozprzestrzenienie głazów narzutowych w Skandynawii i krajach nadbałtyckich działaniem nie tyle lodowców (ich obecności poza Skandynawią nie potrafił sobie wyobrazić), ile pływających gór lodowych, co było swoistą kombinacją dyluwializmu i teorii lodowcowej.

Niektórzy z owych wczesnych glacjalistów zbliżali się już do koncepcji potężnych czap lodowych, które w przeszłości pokrywać miały znaczne połacie lądów. Najbliżej prawdy był duńsko-norwesko-szwedzki geolog Jens Esmark, który na podstawie obserwacji norweskich fiordów i osadów glacjalnych wysunął w roku 1824 hipotezę, że w przeszłości lokalne lodowce skandynawskie były połączone, a niemal cała Norwegia i przyległy szelf morski pokrywał wielki lądolód, który pozostawił po sobie ślady działalności erozyjnej (fiordy) i sedymentologicznej (głazy narzutowe). Na kilka lat przed Esmarkiem podobną wizję regionalnego zlodowacenia Skandynawii sformułował szwedzki botanik Göran Wahlenberg — on też jako jeden z pierwszych badał florę wysokich Tatr i innych słowackich gór o alpejskiej rzeźbie [dwa z najwyżej położonych tatrzańskich jezior — Vyšné i Nižné Wahlenbergovo pleso (Stawy Furkotne) — do dziś upamiętniają te jego wizyty]. Aż dziw, że nie zwrócił wtedy baczniejszej uwagi na czytelne ślady

niedawnych lodowców w Tatrach; najwyraźniej myśl o ogólnoeuropejskiej lodowej przeszłości wydała mu się jeszcze nazbyt zuchwała.

Tak było aż do czasów Agassiza. To on uważany jest — i słusznie — za ojca koncepcji ogólnoplanetarnej epoki lodowej.

Louis Agassiz, czyli ostatni wielki antyewolucjonista

Louis Agassiz urodził się w Szwajcarii i tam rozpoczął karierę naukową. Choć jego nazwisko kojarzy się dziś z lodowcami, to nie glacjologia i klimatologia były najważniejszymi przedmiotami jego badań. Był paleoichtiologiem, czyli badaczem ryb kopalnych, i w tej dziedzinie zdobył międzynarodową sławę i zasłużone uznanie. Był też wybitnym organizatorem instytucji naukowych — to on założył słynne Muzeum Zoologii Porównawczej na uniwersytecie harvardzkim w Cambridge (Massachusetts). Był wreszcie Agassiz zagorzałym wrogiem teorii ewolucji i Darwina, co może kłócić się z jego wizerunkiem nowatorskiego myśliciela i bezkompromisowego poszukiwacza prawdy naukowej. W kwestii ewolucji był chyba jednym z ostatnich wielkich uczonych do końca swoich dni (zmarł w 1873 roku) wierzących w stałość gatunków. Ostatnią podróż naukową do Ameryki Południowej odbył na rok przed śmiercią, a w drodze powrotnej specjalnie zawitał na Galapagos, by tam, w tym mateczniku ewolucjonizmu, wykazać fałszywość twierdzeń „transformistów” (jak nazywano wczesnych zwolenników ewolucji). I sądził nawet, że mu się to udało.

Zanim sformułował hipotezę ogólnoświatowej epoki lodowej, zajmował się ichtiologią, a zaczęło się od propozycji opracowania kolekcji ryb z Amazonki, co zaowocowało napisaniem monografii ryb Brazylii, która została bardzo dobrze przyjęta przez europejskich uczonych. Agassiz miał wtedy 22 lata i świetną karierę przed sobą. Do jej utorowania przyczyniło się poparcie guru ówczesnych biologów i paleontologów, barona Georges’a Cuviera z Paryża, któremu zresztą swą pierwszą książkę o rybach Brazylii zadedykował. Agassiz pozostał zwolennikiem Cuviera do końca życia — swój sprzeciw wobec idei ewolucji wywodził z Cuvierowskiego „prawa korelacji części”, które głosiło, że plan budowy najważniejszych typów organizmów jest stały i niezmienny, a granice między typami nieprzekraczalne. To właśnie Cuvierowi zawdzięczał zainteresowanie paleontologią, jako że po ich spotkaniu w Paryżu baron scedował na Agassiza jeden ze swoich projektów badawczych: opracowanie całej kolekcji skamieniałości ryb z Muzeum Historii Naturalnej w Paryżu. Ten wykonał pracę z zapałem, a w wyniku współpracy z Cuvierem przejął też jego pogląd, że w dziejach Ziemi zdarzały się okresowe i globalne katastrofy, niszczące większość (choć nie wszystkie) gatunki i torujące drogę nowym etapom w rozwoju życia. Jedną z takich katastrof, o której jeszcze nikt nie mówił, miał wkrótce sam zidentyfikować.

Po paru latach wędrówki po akademickich ośrodkach Europy, bogatszy o cenne doświadczenia i niemniej cenne znajomości (poza Cuvierem poznał m.in. Alexandra

Humboldta), Agassiz wrócił do Szwajcarii, gdzie w rodzinnym Neuchâtel objął w wieku 25 lat specjalnie dla niego stworzoną katedrę na nowo powstałej uczelni, a także kierownictwo utworzonego właśnie muzeum przyrodniczego. Muzeum to organizował od podstaw (poprzez stworzone przez siebie Towarzystwo Przyrodnicze zdołał w to przedsięwzięcie włączyć niemal wszystkich mieszkańców miasta), a te doświadczenia przeniósł potem z sukcesem na grunt amerykański, kiedy rozpoczynał za oceanem drugi etap życia i organizował Muzeum Zoologii Porównawczej na Harvardzie. Był niezrównanym organizatorem, a swoich krajanów zaraził nie tylko pasją do kolekcjonerstwa, ale również do wypraw w góry, które zresztą często sam prowadził.

Alpy, jak się zdawało, nie miały przed Agasssizem tajemnic. Poza jedną — śladami minionej epoki lodowej. Rąbek tej tajemnicy odsłonił w roku 1836, w dużym stopniu dzięki swemu przyjacielowi, znanemu geologowi Jeanowi de Charpentier. Charpentier był już wówczas przekonany, że alpejskie lodowce sięgały kiedyś znacznie niżej i ten dawny zasięg można odczytać na podstawie pozostawionych przez nie śladów. Inspiracją były dlań badania Ignatza Venetza, dobrego kolegi po fachu, którego zainteresowały polodowcowe ślady znajdowane w Alpach (i który już w roku 1829 sformułował tezę o dawnym ich zlodowaceniu), ale również podobne ślady spotykane w innych częściach Europy. I Venetz, i Charpentier dysponowali już więc przed przybyciem Agassiza do alpejskiej posiadłości Charpentiera w Bex poważnymi poszlakami co do lodowcowej przeszłości Alp, a może i całej północnej Europy, ale swoich nie do końca ugruntowanych poglądów nie ogłosili publicznie, jako że kłóciły się one z powszechnym wśród geologów przekonaniem, że Ziemia zaczęła się jako rozgrzana kula magmy i jej historię, wiek, a nawet procesy górotwórcze można było odczytać i zrozumieć tylko dzięki kierunkowemu i nieodwracalnemu procesowi stopniowego schładzania[11]. Jak to wszystko pogodzić z wyłaniającą się z badań nad lodowcami wizją mroźnej przeszłości naszej planety?

Charpentier i Venetz podziwiali głośne już w całej Europie dokonania Agassiza i postanowili podzielić się z nim swymi obrazoburczymi przemyśleniami. Zaproszony do domu Charpentiera, Agassiz spędził miesiąc w Bex, skąd gospodarz prowadził swego gościa na geologiczne wycieczki w góry, wieczorami zaś (nieraz w towarzystwie Venetza) toczyli długie dyskusje, z pewnością również nad oglądanymi w terenie śladami dawnych lodowców. Jedno jest pewne — choć przybywając do Bex, Agassiz powątpiewał jeszcze w możliwość lodowcowej przeszłości Alp, to po powrocie do

Neuchâtel był już o niej głęboko przekonany. Nikt się jednak nawet nie domyślał, jak bardzo głęboko.

W niespełna rok później w Neuchâtel zebrało się Szwajcarskie Towarzystwo Nauk Przyrodniczych i Agassizowi, jako przewodniczącemu Towarzystwa i gospodarzowi spotkania, przypadł obowiązek wygłoszenia wystąpienia otwierającego. Spodziewano się wykładu o rybach kopalnych, ale Agassiz zaskoczył wszystkich i wykład poświęcił w całości śladom dawnych zlodowaceń. Choć wspomniał o zasługach Charpentiera i Venetza, ogłosił całkiem inną i zuchwałą tezę. Stwierdził mianowicie, że w istocie to nie Alpy czy inne góry znalazły się w niedalekiej przeszłości pod lodem, ale znacznie większe obszary naszej planety, dodał też, że ten okres Wielkiego Lodu wywołał perturbacje, których skutki odczuło całe życie na Ziemi. Czegoś takiego przed nim nie głosił nikt[12]. Trzy lata później tezy te, pogłębione i uporządkowane, Agassiz wyłożył w książce *Études sur les glaciers* [*Badania nad lodowcami*], którą dla glacjologii i badaczy czwartorzędu uznać można za odpowiednik *O powstawaniu gatunków* dla ewolucjonistów. Książka była szczegółowym opisem obserwacji alpejskich, z pięknymi ilustracjami przedstawiającymi szwajcarskie lodowce, ale może najważniejsze, że kończyła się zdaniem, którego rewolucyjności Agassiz był w pełni świadomy:

> Uważam, że jedynym sposobem wytłumaczenia tych wszystkich faktów i odniesienia ich do znanych zjawisk geologicznych, jest założenie, że Ziemia była [kiedyś] pokryta wielką pokrywą lodową, która pogrzebała w swoim wnętrzu syberyjskie mamuty i sięgała tak daleko na południe, jak daleko spotyka się głazy narzutowe. Rozciągała się poza brzeg Morza Śródziemnego i Oceanu Atlantyckiego i całkowicie pokrywała Amerykę Północną i azjatycką część Rosji[13].

Dalsze losy Agassiza, skądinąd bardzo ciekawe, ani dokładna egzegeza jego myśli dotyczących epoki lodowej nie są przedmiotem tych rozważań. Ważne dla nas jest to, że jego dzieło otworzyło nowy rozdział w dziejach geologii i odtąd już każdy musiał odnieść się do jego koncepcji. Tak też się stało i w ciągu najbliższych lat wszyscy naturaliści zmierzyli się z tym problemem i niemal wszyscy, niezależnie od gwałtownych polemik, dokonali konwersji na glacjalizm.

Mimo prekursorstwa Agassiza i ogólnej słuszności jego tezy o istnieniu dawnej epoki lodowej, warto zwrócić uwagę na niezwykłą wprost ilość błę-

dów i paradoksów, jakie w jego tekstach się znalazły. Miał rację właściwie tylko w jednym — epoka lodowa zdarzyła się naprawdę, a ślady dawnych zlodowaceń rzeczywiście wskazują na zasięg europejskiego i amerykańskiego lądolodu. Wszystko inne było błędne: zdrowy rozsądek najwyraźniej zawodził w obliczu zjawisk, które temu rozsądkowi przeczyły. Poza tym o dwóch sprawach Agassiz nie pisał wcale: kiedy zlodowacenie się zdarzyło i jakie były jego przyczyny. Wspomniał jedynie, że czapa lodowa pokryła Europę, zanim jeszcze wypiętrzyły się Alpy (lodowce alpejskie nie były więc jej wspomnieniem), i że każdy okres geologiczny kończył się oziębieniem, ale tylko ostatni, najzimniejszy, przyniósł epokę lodową całej Ziemi.

Co do zasięgu lądolodu mylił się stosunkowo najmniej. Poprawnie rozpoznał zasięg zlodowacenia w Europie i Ameryce Północnej, ale przesadził, mówiąc, że lądolody dotarły do Morza Śródziemnego i Azji — w Europie nie przekroczyły nigdy granicy Sudetów i Karpat, a w północnej i wschodniej Rosji, gdzie dziś jest najzimniej, ciągłych pokryw lodowych nigdy nie było. Agassiz nie zrozumiał najwyraźniej, że czapa lodowa była nie tyle efektem niskich temperatur, ile skutkiem opadów (a te na Syberii są słabe), i że nie pokryła nagle Europy (ani innych lądów), ale przybyła tam z określonych centrów ekspansji, a te były tylko dwa — jedno w Skandynawii, drugie na Grenlandii i w Kanadzie. Stamtąd lodowce spływały na południe, dlatego też w Europie utworzyły girlandę wokół Skandynawii, a nie mogły sięgnąć daleko na wschód.

Wzmianka o mamutach uwięzionych w lodzie zdradza drugie, równie poważne nieporozumienie, które do dziś pokutuje, bo jest chyba bardziej nawet niż ów nietypowy zasięg czap lodowych sprzeczne ze zdrowym rozsądkiem: epoka lodowa to nie był zły czas dla życia. Wręcz przeciwnie. Mamuty wyginęły, gdy przyszło *ocieplenie* i złote czasy lodowcowe się skończyły, choćby z powodu obfitych opadów śniegu, które wtedy nadeszły. Do tego tematu wrócimy, bo ukazuje on dobrze nie tylko niezwykłość epoki lodowej, ale i niezwykłość gatunku, który ulokował swe centra cywilizacji akurat na obszarach, które ze względów klimatycznych zdawały się do tej roli zupełnie nie nadawać.

Agassiz uważał epokę lodową za jednorazowe nieszczęście, jakie spotkało Ziemię i jej mieszkańców, swoisty odpowiednik potopu, który zresztą był jej pierwowzorem. Zacytujmy jeszcze jeden fragment, który nie pozostawia

żadnych wątpliwości co do jego wiary w niszczycielski charakter Wielkiego Lodu:

> Rozwój tych ogromnych pokryw lodowych musiał doprowadzić do zniszczenia całego życia na Ziemi. Powierzchnia Europy, zajęta uprzednio przez tropikalną roślinność i zamieszkana przez stada wielkich słoni, ogromnych hipopotamów i gigantyczne drapieżniki, została nagle pogrzebana pod rozległą warstwą lodu pokrywającego pospołu równiny, jeziora, morza i wyżyny. Po tym nadeszła śmiertelna cisza … wyschły źródła, przestały płynąć strumienie, a promienie Słońca ponad zamarzniętymi wybrzeżami […] spotykały tylko świszczący wiatr północny, a wszędzie słychać było tylko głuchy odgłos pękającego lodu na tym zamarzniętym pustkowiu[14].

I w tym również bardzo się mylił — dziś wiemy, że współczesna, to znaczy czwartorzędowa epoka lodowa składała się z sukcesji wielu okresów chłodów (i czap lodowych, rozlewających się z obu kontynentalnych centrów ekspansji), zwanych glacjałami, i przeplatających się z nimi okresów cieplejszych (gdy lądolody kurczyły się, pozostając jedynie na Antarktydzie i Grenlandii), czyli interglacjałów. Ile dokładnie ich było, nie da się powiedzieć, bo nie każdy chłodniejszy okres zasłużył na miano glacjału (te mniejsze, bardziej krótkotrwałe lub niewystarczająco chłodne nazywamy stadiałami), podobnie jak nie każdy okres ocieplenia nazywany jest interglacjałem (jeśli rozdziela dwa stadiały, staje się interstadiałem).

Ważniejszy od liczby glacjałów jest problem liczby epok lodowych, jakie nawiedziły Ziemię w przeszłości[15]. Agassiz uważał, że była tylko jedna, a w każdym razie nie znał żadnych śladów, które mogłyby wskazywać, że były jakieś starsze od niej. Jako wyznawca poglądu o stygnącej Ziemi nie mógł uważać inaczej, a jako geologiczny „katastrofista” był przekonany, że ów Wielki Mróz nadszedł (i odszedł) znienacka, o czym miały świadczyć owe uwięzione w lodach Syberii mamuty[16], które spotkać miała nagła i nieoczekiwana śmierć.

Wszystko to okazało się nieprawdą. Nasza — plejstoceńska — epoka lodowa nie była jedynym takim okresem w dziejach Ziemi, bo te zdarzały się z pewną regularnością (niektórzy mówią nawet o cykliczności z interwałem o długości około ćwierć miliarda lat) i dziś znamy już ślady co najmniej trzech z nich (w ciągu ostatniego miliarda lat, w fanerozoiku), a pięciu, jeśli liczyć od początku istnienia Ziemi jako planety. Nie była też, co ważniejsze, pojedynczą katastrofą, która spadła na nieprzygotowaną do tego Ziemię

i biosferę, ale efektem stopniowego ochładzania się klimatu w ciągu całego trzeciorzędu, a także serii zdarzeń geologicznych niemających z klimatem bezpośredniego związku: ruchu (dryfu) kontynentów, powstania Przesmyku Panamskiego, wypiętrzenia Tybetu. Do tych kwestii jeszcze wrócimy.

Wreszcie, co wydaje się najważniejsze z punktu widzenia biosfery, zlodowacenie w ogóle nie było katastrofą. Jeśli już, to katastrofalne skutki można by przypisać każdorazowemu *zakończeniu* kolejnych zlodowaceń, co jest już zupełnie sprzeczne z intuicją i rzadko — nawet wśród geologów — uświadamiane. Na pytanie, czy dla człowieka i hominidów ta plejstoceńska epoka lodowa (i sukcesja okresów mroźnych i ciepłych) była katastrofą, czy błogosławieństwem (i czy w ogóle miała dla nas istotne znaczenie), spróbujemy odpowiedzieć pod koniec tego rozdziału.

Lody i lądy — etap drugi

Koncepcja lodowcowa Agassiza, mimo początkowych oporów, dość szybko zdobyła szerokie uznanie, nie tylko w Europie, ale i Ameryce, choć jeszcze do końca XIX wieku nie brakowało sceptyków. W każdym razie najwięksi naturaliści musieli przyznać, że dowody zlodowaceń są bezsprzeczne, jeśli tylko poprawnie je odczytywać i jeśli chce się je rozpoznać w terenie. Ten nastrój zakłopotania, że nie dostrzegano wcześniej faktów, które powinny być oczywiste, dobrze oddają zapiski Darwina wspominającego swą wyprawę do Walii, gdzie kiedyś poszukiwał skamieniałości i nie dostrzegł żadnych śladów zlodowaceń, a potem, w pełni już świadom lodowcowej przeszłości Ziemi, zobaczył, że są praktycznie wszechobecne:

> Ta wyprawa była niezwykłym przykładem tego, jak łatwo jest przeoczyć zjawiska, które same rzucają się w oczy, jeśli ktoś inny nie zaobserwował ich już wcześniej. […] Żaden z nas nie dostrzegł śladów wspaniałych zjawisk lodowcowych, które zewsząd nas otaczały; nie zauważyliśmy wyraźnych rys i zadziorów lodowcowych na skałach, jak również głazów, moren bocznych i czołowych[17].

Agassiz nie próbował dociekać, co było przyczyną Wielkiego Lodu, tak jak dyluwialiści nie tłumaczyli, skąd wzięła się Wielka Woda, ale gdy tylko idea epoki lodowej się przyjęła, zaczęto takie próby podejmować. Pierwsza myśl wydawała się oczywista — zlodowacenia musiały wiązać się z silnym

oziębieniem, a że całe ciepło na powierzchni Ziemi pochodzi od Słońca, wystarczyło sprawdzić, czy intensywność promieniowania słonecznego nie zmieniała się w czasie. Tego zadania podjął się szkocki astronom-amator James Croll, autor licznych popularnych opracowań z obszaru nauk ścisłych, a także filozofii i religii. Problemem przyczyn epok lodowych zajął się przypadkiem w latach 60. XIX w. pod wpływem lektury obszernej pracy wybitnego geologa Archibalda Geikiego, poświęconej opisowi niezwykłych form polodowcowych Szkocji, w tym jej słynnych jezior rynnowych (*lochs* i *glenns*), z których kraina ta jest szeroko znana (jedno z nich, Loch Ness, upodobał sobie popularny wśród turystów potwór przypominający mezozoicznego plezjozaura). Croll zwrócił uwagę na fakt, że główne parametry pozycji Ziemi wobec Słońca — odległość i kąt nachylenia jej osi obrotu — nie są stałe (orbita nie jest w pełni kołowa, a oś jest pochylona i zmienia się w czasie) i oba ulegają cyklicznym zmianom, co powoduje, że ilość ciepła docierającego do różnych obszarów naszej planety też podlega cyklicznym modyfikacjom. Są trzy główne cykle, a że każdy trwa różną ilość lat, więc — podobnie jak z nakładającymi się na siebie falami — dochodzić musi czasem do sumowania się ich „grzbietów” (gdy się pokrywają), a czasem do znoszenia się (gdy „grzbiet” spotyka się z „doliną”). I wszystko to można wyliczyć, stosując proste operacje matematyczne, a potem sprawdzić, czy te teoretyczne ustalenia znajdują odzwierciedlenie w geologicznej rzeczywistości.

Pierwszy z cykli dotyczy kształtu orbity Ziemi, która w ciągu około stu tysięcy lat regularnie zmienia się z bardziej kołowej na bardziej eliptyczną. Raz na te sto z grubsza tysięcy lat (osobno na każdej półkuli) zimy przypadają więc w czasie, gdy odległość od Słońca jest największa, i wtedy robi się szczególnie zimno. Drugi cykl związany z „chybotaniem” osi obrotu (precesją równonocy) zachodzi z częstością około dwudziestu tysięcy lat i sprawia że lato (lub zima) — zależnie od tego, czy oś jest maksymalnie wychylona w kierunku do, czy od Słońca — może zacząć się wcześniej lub później i trwać dłużej lub krócej. To również wpływa na ilość dostarczanego ciepła, zwłaszcza w przypadku obszarów położonych bliżej biegunów, a więc szczególnie narażonych na zlodowacenia. Wreszcie trzeci cykl, również związany z nachyleniem osi (tym razem „kiwającej się” w płaszczyźnie, a nie dokonującej kołowego ruchu w przestrzeni) trwa około dwudzie-

stu jeden tysięcy lat. Związane z nim zmiany nasłonecznienia są stosunkowo najmniejsze i Croll w swych obliczeniach się nimi nie zajmował.

Joseph Adhémar, czyli błądzić, ale z fantazją

Astronomia w czasach Crolla była już nauką bardzo zaawansowaną (pamiętajmy, że nawet w starożytności umiano przewidywać zaćmienie Słońca, a to wymagało równie złożonych rachunków), więc wszystkie parametry potrzebne do wyliczeń były dostępne, choć nie zawsze dokładne. Croll nie był zresztą pierwszym, który je zastosował do problemu zmian klimatu na Ziemi, ale nikt przed nim nie uznał, że tu właśnie może tkwić klucz do zrozumienia epok lodowych i nie zastosował tych wyliczeń w tak nowatorski sposób. Nikt, poza jedną osobą, choć pomysły tego akurat autora dziś wydawać się muszą dość dziwaczne. W roku 1842 ukazała się — i wkrótce zyskała pokaźny rozgłos — książka francuskiego naturalisty Josepha Adhémara *Révolutions de la mer* [Rewolucje morza], która wywarła na Crollu, łapczywie pochłaniającym wszystkie nowinki naukowe, ogromne wrażenie. Adhémar bowiem zwrócił uwagę, że cykliczność zmian nasłonecznienia Ziemi (i różnych jej obszarów) może pokrywać się z cyklicznością zlodowaceń. W tym czasie już wiedziano, że podczas epoki lodowej okresy zimne przeplatały się z cieplejszymi, choć chronologia tych zmian i liczebność cykli glacjałów i interglacjałów pozostawały nieznane. Jeśli jednak (i gdyby) te cykle się pokrywały, związek przyczynowo-skutkowy między nimi byłby prawdopodobny. Adhémar uważał, że nie jest najważniejsze, ile promieniowania otrzymuje Ziemia jako taka, ale jak to ciepło rozkłada się na jej powierzchni — w końcu nawet znaczne ochłodzenie terenów równikowych nie sprowadzi tam lodowców, natomiast na obszarach przybiegunowych, gdzie lodowce są obecne i dziś, może doprowadzić do ich ekspansji.

Pamiętam własne zdziwienie, gdy po raz pierwszy, w szkole jeszcze, dowiedziałem się, że Ziemia jest najbliżej Słońca zimą (oczywiście u „nas”, na antypodach jest „normalnie”), a najdalej latem, choć na zdrowy rozum powinno być odwrotnie. Adhémar też się temu dziwił, ale wiedział coś, o czym wtedy nie miałem pojęcia — że żyjemy w czasach ciepłego interglacjału (a w każdym razie ciepłym okresie polodowcowym), więc może ten fakt, że dziś zimy są cieplejsze niż kiedyś, może mieć związek z tą naprzemiennością okresów mrozu i ciepła. Adhémar sądził — i to był najsilniejszy argument jego rozumowania — że zlodowacenie na półkuli północnej przychodziło wtedy, gdy Ziemia była najdalej od Słońca, a *jednocześnie*, w wyniku precesji, biegun północny kierował się na zewnątrz od naszej gwiazdy. I analogicznie na półkuli południowej — również tam zlodowacenia przychodziły, gdy koincydencja tych dwóch czynników astronomicznych powodowała szczególnie mroźne zimy (wynikało z tego, że zlodowacenia na północy i na południu występowały naprzemiennie). Dziś na naszej półkuli nie ma warunków do zlodowaceń i nie ma też kontynentalnych czap lodowych.

Adhémar nie brał pod uwagę w swych obliczeniach cyklicznej zmiany kształtu orbity Ziemi (a jedynie to, że jest ona elipsą, nie kołem), błędnie wyliczył ilość ciepła do-

cierającego w okolice polarne przy każdej z konfiguracji, ale tym, co do niego zniechęciło naukowców — i zaciekawiło laików — były przedziwne konsekwencje (błędnie) przewidywanych zmian. Uznał mianowicie, że zlodowacony w danym cyklu obszar przybiegunowy zgromadziłby tak wielkie ilości lodu, że przesuwałoby to w jego kierunku środek ciężkości Ziemi i przyciągało tym samym wody oceanu światowego, te zaś przyjęłyby postać gigantycznej fali zalewowej, a potem — w miarę zamarzania tej fali przypływu — powstałaby pęczniejąca struktura w kształcie wypukłego spodka, po czym proces ten przesuwałby się na przeciwległy biegun w cyklu co jedenaście i pół tysiąca lat. Ale najciekawsze rzeczy miały się dziać w fazie przejściowej, gdy nagrzewające się wody oceaniczne, podmywające i roztapiające ową spęczniałą czapę polarną, tworzyły strukturę gigantycznego lodowego grzyba na coraz cieńszej nodze. Jego nagłe załamanie wywołać miało niewyobrażalne spustoszenia i potop na całej Ziemi — stąd właśnie książka o zlodowaceniach nosiła tak zagadkowy tytuł: *Rewolucje morza*.

Idea, że nakładające się zmiany orbity i osi Ziemi, przez sumowanie lub znoszenie się ich efektów cieplnych, mogą odpowiadać za tak niezwykłe zjawiska jak zlodowacenia, wywarła wielkie wrażenie na Crollu, a z błędami w obliczeniach Adhémara i jego fantazjami na temat migracji środka ciężkości Ziemi łatwo sobie poradził — obliczenia skorygował, fantazje odrzucił. Kluczem do zrozumienia myśli Crolla była cykliczna powtarzalność glacjałów i interglacjałów. Zauważył bowiem, że — po pierwsze — musi stać za nimi regularność, jaką zapewnić mogą tylko procesy astronomiczne, a ponieważ same te zmiany są zbyt małe, by tłumaczyć tak potężne zjawiska jak zlodowacenia, trzeba znaleźć jakieś czynniki, które by ich wpływ wzmacniały, przy czym procesy te, działające od początków Ziemi, nie mogą odpowiadać za samą epokę lodową, która przyszła dopiero pod koniec tej historii. Coś musiało ją zainicjować i dopiero potem jej fluktuacje (ale nie samo istnienie) podążały za cyklami orbitalnymi Ziemi. I to coś musiało być z jednej strony potężne, z drugiej zaś niezwykłe, skoro wywołało zjawisko tak w dziejach naszej planety niespodziewane.

Drugim problemem, poza kwestią czynnika sprawczego epok lodowych, była konieczność znalezienia mechanizmu wzmacniającego sygnał cieplny i uruchamiającego proces lodowacenia. Cykle orbitalne i lodowcowe mogły się nakładać i Croll był przekonany, że tak jest, ale zarazem że nie ma prostego przełożenia między nimi — musi istnieć mechanizm działający analogicznie do przerzutki rowerowej, która wzmacnia lub osłabia wpływ kręcenia pedałami na ruch tylnego koła. Tylko co było takim geologiczno-astro-

nomicznym odpowiednikiem przerzutki? Mamy tu do czynienia z klasycznym problemem sprzężeń zwrotnych — dodatnich (wzmacniających oddziaływanie sygnału) i ujemnych, osłabiających je. Zasługą Crolla było, że na kilka z takich istotnych sprzężeń potrafił wskazać. Po pierwsze prądy morskie, przenoszące ciepło z regionów zwrotnikowych, gdzie i tak lodowców nigdy nie było, w regiony polarne, gdzie lądolody się tworzą. Po drugie w okresach szczególnego wydłużenia orbity Ziemi i zim (na jednym z biegunów) przypadających na czas maksymalnego oddalenia Ziemi od Słońca — a przy takiej koincydencji zdaniem Crolla (i Adhémara) zdarzają się na danej półkuli zlodowacenia — ze względu na większą różnicę temperatur między regionami zwrotnikowymi a polarnymi rosłaby siła wiatrów, przenoszona zaś przez masy powietrza wilgoć opadałaby na północy w postaci śniegu. Po trzecie wreszcie, i najważniejsze, zwiększone opady śniegu wpływałyby na albedo, czyli zdolność Ziemi do odbijania promieni słonecznych. Przy opisanej koincydencji nachylenia osi obrotu i odległości od Słońca szczególnie mroźne zimy rozszerzałyby obszar zaśnieżony w kierunku zwrotników, a biel śniegu podwójnie wzmacniałaby efekt mrozu: śnieg jak lustro odbija większość promieni i nie pochłania, odwrotnie od ciał czarnych, ciepła. W efekcie takie obszary wychładzają się jeszcze bardziej, zimy trwają dłużej, lata stają się krótsze i z roku na rok powierzchnia pokryta śniegiem, który nie dąży topnieć, przyrasta.

Croll przeprowadził cały ten ciąg rozumowania, by wykazać, że różnice nasłonecznienia nie muszą być duże, by wywołać odpowiedni skutki — do tego potrzebne są mechanizmy wzmocnień, a tych znaleźć można sporo. Dziś znamy ich więcej, przy czym większość to wciąż sprzężenia dodatnie, ale i te, które pokazał Croll, wiele wyjaśniały.

Choć prace Crolla robiły duże wrażenie, gdyż udało mu się pokazać, jak można połączyć „najtwardszą” naukę (matematykę i astronomię) z tak trudnymi do kodyfikacji dziedzinami jak historia (Ziemi) i klimatologia, to z czasem budziły coraz mniejsze zainteresowanie geologów i glacjologów, aż w końcu zostały niemal zupełnie zapomniane. Dziś nazwisko tego wybitnego Szkota znane jest tylko nielicznym. Największy problem z jego koncepcją polegał na tym, że nauka nie znała wówczas sposobu, by stwierdzić, na ile jego „wsteczne przepowiednie” można sprawdzić w praktyce (bezwzględną chronologię czwartorzędu zaczęto na dobre poznawać dopiero po II wojnie światowej wraz z zastosowaniem izotopów rozszczepialnych do

datowania skał), a te z jego predykcji, które dało się z grubsza ocenić, niezbyt dobrze przystawały do faktów. W szczególności Croll twierdził, że ostatnie wielkie zlodowacenie zakończyło się około osiemdziesięciu tysięcy lat temu (gdy największy mimośród Ziemi zaczął się zmniejszać), a już w końcu XIX wieku udało się ustalić, że najmłodsze osady lodowcowe na półkuli północnej liczą sobie zaledwie około dziesięciu tysięcy lat[18]. Dodatkową trudność sprawiała teza Crolla, że zlodowacenia na obu półkulach przychodziły naprzemiennie, co również nie zgadzało się z pewnymi faktami, tym razem opartymi na chronologii względnej: porównywaniu skamieniałości znajdywanych w osadach (głównie z okresów ciepłych). Choć to metoda zawodna, zwłaszcza przy korelowaniu tak oddalonych od siebie obszarów, jej wyniki zdawały się wskazywać — słusznie zresztą, jak się z czasem okazało — że okresy chłodu i ciepła przychodziły na obu półkulach synchronicznie, a nie następczo.

Milutin Milanković, czyli porażka kanonu

Pod koniec XIX wieku nawet najwięksi zwolennicy teorii Crolla zamilkli, a jego tezy poszły w niepamięć. Nie na długo jednak. Już w drugiej dekadzie XX w. przywrócił je do życia, w nieco tylko zmienionej wersji, serbski matematyk Milutin Milanković[19] i to jego nazwisko, a nie Crolla, kojarzy się od tego czasu z koncepcją wiążącą zlodowacenia ze zmiennymi orbitalnymi Ziemi. I choć i ona w latach 50. zaczęła popadać w zapomnienie, to niecałe dwadzieścia lat później, w roku 1970, tezy Milankovicia powróciły do łask, potwierdzone spektakularnymi odkryciami związanymi głównie z zastosowaniem izotopów tlenu do badania paleotemperatur wody morskiej, izotopów toru do datowania osadów dna oceanicznego oraz z analizą zachowanych w lodach Antarktydy i Grenlandii bąbli „kopalnego” powietrza. Dane te i opracowane na ich podstawie krzywe zmian klimatycznych w zadziwiający sposób pokrywały się z krzywymi Milankovicia. Dziś mało kto już wątpi, że dobrze (aż nazbyt dobrze, jak twierdzą niektórzy)[20] opisują one zmienne losy klimatu w ciągu kilku, a przede wszystkim ostatniego miliona lat, choć wciąż właściwie nie wiadomo, skąd bierze się tak wielka zbieżność teoretycznych wyliczeń Milankovicia z empirycznymi danymi klimatologów i sedymentologów, zważywszy na bardzo w sumie niewielkie zmiany nasłonecznienia, które miałyby tak spektakularne skutki wywoływać.

Milanković podszedł do zagadnienia wpływu zmian orbitalnych na wahania klimatu Ziemi z nieco innej perspektywy niż Croll (którego zresztą wysoko cenił i na którego prace się powoływał), postanowił mianowicie wyliczyć ilość ciepła dostarczanego przez Słońce na różnych szerokościach geograficznych naszej planety i w różnych fa-

zach cykli orbitalnych — nachylenia i chybotania osi obrotu i ekscentryczności jej orbity.

Pierwsza książka, w której przedstawił wyliczenia temperatur Ziemi sięgające 130 tysięcy lat wstecz, nie wzbudziła jeszcze większego zainteresowania geologów, za to z uwagą przyjęto jego analogiczne wyliczenia dla Marsa, Wenus i Księżyca. Za interesujące uznano zwłaszcza jego wnioski, że temperatury panujące na Marsie były zawsze zbyt niskie dla istnienia tam wody, co kłóciło się z obsesyjną wręcz wówczas jeszcze wiarą w istnienie marsjańskiego życia, a nawet budującej skomplikowane kanały cywilizacji, która mogłaby nam zagrażać (*Wojna światów* H.G. Wellsa przedstawiająca inwazję Marsjan na Ziemię, ukazała się w roku 1898, ale jeszcze czterdzieści lat później jej radiowa adaptacja, nadawana w konwencji dokumentu, wywołała panikę w USA).

To nastawienie zmieniło się, gdy książką zainteresował się wybitny rosyjsko-niemiecki klimatolog Władimir Köppen pracujący wraz z Alfredem Wegenerem (ojcem koncepcji dryfu kontynentów) nad zagadnieniami dawnych klimatów i nad stosowaną do dziś klasyfikacją współczesnych klimatów Ziemi. Köppen dostrzegł zbieżność między szacunkowym wówczas wiekiem zlodowaceń alpejskich a wyliczonymi przez Milankovicia zmianami temperatur na półkuli północnej i postanowił skontaktować się w tej sprawie z ich autorem. Tak zaczęła się intensywna współpraca tych trzech wybitnych uczonych, przerwana najpierw tragiczną śmiercią Wegenera w trakcie ekspedycji na Grenlandii, a potem Köppena na początku drugiej wojny światowej.

W stosunku do wcześniejszych prac Crolla Milanković wprowadził kilka poprawek — stwierdził, że obok cyklicznie zmieniającego się mimośrodu orbity Ziemi co ok. 100 tysięcy lat i chybotania jej osi (co 20 tysięcy lat), duże znaczenie mają zmiany kąta nachylenia jej osi (co ok. 41 tysięcy lat, w przedziale od 22,1 do 24,5 stopni, dzisiejsza wartość to 23,5 stopnia), które mogą znacząco zmienić ilość dostarczanego do regionów polarnych ciepła (przy mniejszym kącie nachylenia Słońce wcześniej wstaje i później zachodzi na półkuli zimowej, a w lecie ta zależność jest odwrotna). Krótkie arktyczne lata są wtedy szczególnie krótkie, a ilość dostarczanego ciepła może nie wystarczać do stopienia zimowego śniegu. To szczególnie chłodne lata, a nie szczególnie mroźne zimy — jak zakładała wcześniej większość badaczy, z Crollem włącznie — miały mieć decydujący wpływ na epoki lodowcowe. Zaczynać się one więc miały, kiedy zimy były *cieplejsze* niż zwykle, co było sprzeczne z intuicją, ale zgadzało się z poglądami Köppena, który uważał, że poprzez wzmożone parowanie wody morskiej zwiększało to tylko ilość opadów śniegu. Ten intrygujący fakt, że to ciepły, a nie zimny ocean sprzyja zlodowaceniu, przywołany został ponownie w latach 90. wraz z koncepcją łączącą początek plejstoceńskiego zlodowacenia na północy z powstaniem Przesmyku Panamskiego i narodzinami Prądu Zatokowego, przenoszącego na północ ciepłe wody równikowe. Do tego zagadnienia wrócimy w dalszej części tego rozdziału.

Za namową Köppena Milanković wydłużył swe wyliczenia wahań klimatycznych do 600 tysięcy lat wstecz i zamiast prowadzić rachunki dla wszystkich szerokości geograficznych (co — bez komputerów — jest niezwykle skomplikowane) ograniczył się tylko do pasa między 55 a 65 stopniem szerokości geograficznej północnej, gdyż tam, zdaniem Köppena, leżał klucz do zagadki zlodowaceń. Efektem tej pracy był wykres

przedstawiony wedle oryginalnej, wymyślonej przez Milankovicia metody „równoważnikowych szerokości geograficznych”, ilustrujący zmiany nasłonecznienia letniego na tych obszarach w ciągu ostatnich 600 tysięcy lat. Do tego wykresu i późniejszych jego bardziej zaawansowanych wersji odwoływać się będą współcześni badacze po ostatniej rehabilitacji koncepcji łączących czwartorzędowe (i nie tylko) zlodowacenia ze zmianami orbitalnymi Ziemi.

Praca Milankovicia i zastosowana przez niego metoda graficznej prezentacji wyników (swe wczesne wyliczenia opublikował w postaci długich tabeli liczb, które mówiły to samo, ale wizualnie — a wzrok to nasz podstawowy zmysł — nie przemawiały do nikogo) przyniosły mu niebywały rozgłos, tym większy, że zdawały się potwierdzać niezwykle wtedy popularną tezę o czterokrotnym zlodowaceniu Ziemi podczas ostatniej epoki lodowej. Teza ta nie miała nic wspólnego z astronomią, ale była wynikiem badań czysto terenowych — zawdzięczamy ją spopularyzowaniu pod koniec XIX wieku prac dwóch niemieckich glacjologów, Albrechta Pencka i Eduarda Brücknera, którzy odczytali takie dane z analizy tarasów rzecznych w dolinach alpejskich. Ich odczyt, obejmujący ten sam okres, co wykres Milankovicia, opierał się na założeniu, że podczas każdego zlodowacenia erozja lodowcowa w Alpach dostarczała rzekom ogromnych ilości rumoszu, osadzanego w ich łożach; po ustąpieniu lodowców odciążone od osadów rzeki miały wcinać się w swe nanosy, tworząc w nich tarasy. Mierząc względne wysokości tych tarasów i dzieląc te wartości przez szacowane tempo erozji rzecznej, badacze otrzymali przybliżony czas, jaki upłynął między utworzeniem kolejnych tarasów, a więc i — przez implikację — kolejnych zlodowaceń. Tak narodził się obowiązujący przez pół wieku wśród specjalistów, a znacznie dłużej w szkołach, model czterech zlodowaceń, których nazwy nawiązujące do alpejskich rzek Günz, Mindel, Riss i Würm (G, M, R i W — celowo, dla lepszego zapamiętania, ułożone w porządku alfabetycznym) zostały później zastosowane dla epok lodowych na całym świecie i były mozolnie korelowane z ich lokalnymi odpowiednikami na różnych kontynentach. Chronologia tych wydarzeń była bardzo przybliżona, ale — może właśnie dlatego — zadziwiająco dobrze zgadzała się z wyliczeniami Milankovicia: okresy wskazujące zimne lata na półkuli północnej na wykresie odpowiadały alpejskim glacjałom. Teoretyczne predykcje Milankovicia zyskały empiryczne potwierdzenie, a jego prace stały się tak popularne i tak powszechnie akceptowane, że odtąd glacjolodzy przy datowaniu osadów zaczęli stosować odwrotną strategię: najpierw próbowali umieścić je w odpowiednich miejscach na wykresie, a dopiero później na skali czasu odczytać ich wiek.

Wątpliwość, która mimo światowych sukcesów jego koncepcji wciąż trapiła Milankovicia, dotyczyła warunków inicjujących cała epokę lodową — późniejsze wahania klimatu i zmiany zasięgów lądolodów wydawały się wystarczająco dobrze skorelowane ze zmiennymi orbitalnymi, na których oparł swe wyliczenia. Milanković wiedział, jak wcześniej Croll, że musi istnieć mechanizm wzmacniający niezbyt silne sygnały astronomiczne i że najlepszym kandydatem jest „odblaskowa” natura śniegu i lodu, zmieniająca albedo Ziemi. Zwrócił uwagę na granicę wiecznego śniegu, która regularnie obniża się od stref równikowych (gdzie osiąga wysokość pięciu kilometrów) w kierunku biegunów; gdy zniża się do poziomu morza, oznacza to, że może zacząć się proces for-

mowania się lądolodu. Do swych wyliczeń włączył więc dostępne wówczas od niedawna dokładne dane na temat zdolności odbijania promieni przez śnieg i opublikował skorygowaną w ten sposób krzywą — jej wierzchołki i doliny znajdowały się wciąż w tych samych miejscach, ale wzrosła dramatycznie intensywność reprezentowanych przez nią okresów chłodu. Wszystkie te nowe przemyślenia i wyliczenia, zarówno w odniesieniu do Ziemi, jak i innych planet, spisał w wielkiej monografii, którą — stosownie do skali zamierzenia — nazwał *Kanonem*.

Ta wielka synteza stanowiła zarazem paradoksalnie początek końca popularności jego koncepcji. Już w pierwszych latach powojennych załamała się alpejska chronologia w odniesieniu do epoki lodowej. Poszło za tym zakwestionowanie koncepcji czterech nawrotów wielkich mrozów i to w skali całego globu — choć długo jeszcze stosowano układ czterech glacjałów G, M, R i W, to glacjolodzy wiedzieli już, że nie opisuje on rzeczywistości, która była daleko bardziej skomplikowana i na której pełne przedstawienie mogłoby nie starczyć liter alfabetu.

Odwrót od koncepcji Milankovicia rozpoczął się w latach 60. równocześnie na wielu polach i wiązał się faktem, że złożony system klimatów Ziemi — choć bez wątpienia reagujący na regularne zdarzenia kosmicznej proweniencji — jest wypadkową tak wielu czynników astronomicznych i lokalnych (ziemskich), że sprowadzanie go do zmiennych orbitalnych po prostu się nie sprawdza. Zakłócenia lokalne bywają silniejsze od nawet i wzmocnionych sygnałów zewnętrznych. Przykładem jest powstanie Przesmyku Panamskiego i przebudowa układu prądów oceanicznych, które mogły zainicjować epokę lodową (o czym za chwilę) i wpłynąć na jej późniejsze losy, a przecież ze Słońcem, ani w ogóle z astronomią nie ma to żadnego bezpośredniego związku. Innym przykładem jest skład atmosfery i zawartych w niej gazów — ich oddziaływanie na klimat może być tak silne, że zaczynają odgrywać samodzielną rolę.

O pożytkach z niskich temperatur

Już w XIX wieku byli badacze[21], którzy zwracali uwagę na fakt, że niektóre gazy (jak CO_2, metan czy para wodna) mogą hamować wypromieniowanie ciepła z atmosfery, a więc działać na zasadzie szyb w szklarni, które przepuszczają do środka naładowane energią promienie, ale nie pozwalają na wypuszczanie ciepła na zewnątrz; w efekcie powietrze w szklarni ma zawsze temperaturę wyższą niż otoczenie. Jeśli w atmosferze Ziemi rośnie

udział gazów „szklarniowych”, nasza planeta zachowuje się jak samochód pozostawiony w słoneczny dzień na parkingu, mimo że żadne zmienne orbitalne mogą się w tym czasie nie zmienić. Co więcej, źródła tych gazów są lokalne (np. wulkany, pożary lasów, wietrzenie skał), więc też z krzywą Milankovicia nie mają żadnego związku.

Jednym ze źródeł ziemskich gazów cieplarnianych jest samo życie. Na najbardziej podstawowym poziomie biosferę traktować można jak gigantyczną retortę chemiczną, w której CO_2 zamieniane jest na związki organiczne, węgiel wiąże się z wodorem, a tlen (bardzo groźny gaz dla życia!) uwalnia się do atmosfery. W efekcie współczesna atmosfera Ziemi jest „sztuczna” — niemal cały jej dwutlenek węgla przekształcony został w związki organiczne i inne substancje biogenne (na przykład wapień produkowany przez takie organizmy jak korale i otwornice), tlen natomiast — jako odpad — stale pompowany jest do atmosfery, której skład utrzymuje się w stanie chwiejnej równowagi, kontrolowanej przez ilość (i „jakość”) żywej biomasy. W tym kontekście warto zwrócić uwagę na tajemniczy fakt, który ujawniły badania porównawcze planet Układu Słonecznego. Otóż o ile obecnie udział CO_2 w powietrzu Ziemi wynosi zaledwie trzecią część procenta, to w atmosferach Wenus i Marsa utrzymuje się na poziomie zbliżonym do 95 procent! Ukazuje to ogrom pracy wykonanej przez żywe organizmy na naszej planecie. Do tego jeszcze badania kopalnego powietrza uwięzionego w lodach Antarktydy i Grenlandii pokazały coś zastanawiającego — podczas każdego ochłodzenia udział dwutlenku węgla ten obniżał się dwukrotnie (do ok. 15 promili) i rósł zawsze do stanu zbliżonego do obecnego, gdy tylko nastawał cieplejszy klimat interglacjalny. Na pozór nie powinno to dziwić (mniej CO_2 to słabszy efekt szklarniowy), ale jedno w tym wszystkim jest intrygujące: mniej CO_2 oznacza przecież *większą* produktywność biosfery, bo to ona wychwytuje ten gaz z powietrza i przenosi go do skał i osadów! Wygląda na to, że podczas glacjałów życie (przynajmniej roślinne) rozwijało się nad wyraz bujnie.

James Lovelock, czyli co wolałaby Gaja

James Lovelock, twórca hipotezy Gai, wspomina w książce *Gaia — the practical science of planetary medicine* (*Gaja — praktyczna nauka o medycynie planetarnej*, 1991)

rozmowę, jaką przeprowadził w roku 1986 z jednym z najlepszych wówczas klimatologów Stephenem Schneiderem. Gdy zeszło na temat Gai, Schneider zapytał nagle: „Jim, jak możesz w ogóle wierzyć w coś takiego jak Gaja, skoro zdarzają się epoki lodowe? Gaja, gdyby istniała, nigdy by do tego nie dopuściła". Ta uwaga i powszechne wśród naukowców (i nie tylko) przekonanie o katastrofalnych dla życia skutkach epok lodowych skłoniły Lovelocka do rozmyślań: dlaczego właściwie zawartość CO_2 spada w czasach glacjałów, skoro zdrowy rozsądek podpowiada, że powinno być odwrotnie? Czyżby glacjały nie były katastrofami spadającymi na nieprzygotowane do tego życie, ale czasem wręcz błogosławionym, gdy życie rozkwita, i dopiero ciepłe (i krótkie) interglacjały przynoszą wielu biotopom zagładę?

Co może powodować wzrost produktywności biosfery w czasach glacjałów, skoro znaczne obszary kontynentów zostają wtedy niemal zupełnie wyjałowione przez nasuwające się z północy lądolody? Lovelock zwrócił uwagę na fakt, że sterylizacji kontynentów w jednych miejscach towarzyszy ich rozrost w innych, w dodatku szczególnie korzystnych dla rozwoju biomasy. Są to nadmorskie niziny w strefach międzyzwrotnikowych, które w czasach glacjalnych, gdy poziom morza obniża się o ok. stu metrów, zajmowały znacznie większe tereny niż dziś, gdyż odsłaniały się wtedy ogromne obszary zalanych szelfów, dorównujące powierzchnią dzisiejszej Afryce, jak na przykład wielki zatopiony dziś ląd Sunda łączący wyspy indonezyjskie ze sobą i z kontynentem azjatyckim. Odsłonięte lądy pokrywały się rozległymi lasami namorzynowymi, co mogło stanowić taką pozytywną reakcję biosfery na warunki lodowcowe i wyrównywać z nawiązką straty wynikłe w wyłączenia części — i tak mało produktywnych — obszarów lądowych na północy. Zresztą lądolody i na objętych zlodowaceniami kontynentach nie przynosiły samych nieszczęść, jak to sobie od czasów Agassiza wyobrażano. Mamuty, jak dziś wiemy, wcale nie padły ofiarą nagłych mrozów, były bowiem zwierzętami *par excellence* lodowcowymi i zamieszkiwały obszary rozciągające się przed czołem czap lodowych (tzw. mamuci step). I nie tylko mamuty — kości wielkich ssaków epoki lodowej (nosorożców włochatych, lwów, żubrów, koni, niedźwiedzi, jeleni olbrzymich i dziesiątków innych gatunków, ludzi nie wyłączając) wskazują, że rozwijał się tam zespół wielkich ssaków dorównujący bogactwem afrykańskiej sawannie (niekiedy z tymi samymi rodzajami, choć zmienionymi gatunkami), które znajdowały podczas zlodowaceń znakomite warunki do życia.

Natomiast zmiana tych warunków — *koniec* glacjału i nadejście postlodowcowego ocieplenia (oraz przesunięcie granicy lasów) — przynosiło całej tej megafaunie zagładę! Wygląda na to, że suchy klimat i duże nasłonecznienie, a także otwarte, porośnięte trawami przestrzenie w połączeniu z żyznymi glebami stwarzały niemal „afrykańskie" — choć mroźne — warunki, w których zwierzęta te czuły się najlepiej.

A oceany? Wydawać by się mogło, że obniżenie poziomu wód, kurczenie się szczególnie bogatych w związki odżywcze szelfów i spadek temperatury wody to bardzo zły prognostyk dla morskich organizmów, ale i tu twarde dane temu przeczą: w kopalnych bąblach lodowych z czasów glacjalnych zwraca uwagę nie tylko niska zawartość CO_2, ale i ogromny, bo aż pięciokrotny wzrost zawartości DMS, czyli siarczku dimetylu, gazu wytwarzanego przez morskie glony w obronie przed nadmiernym zasoleniem wód

oceanicznych. W oceanach glony są podstawą piramidy pokarmowej, a DMS jest dobrym wskaźnikiem ich produktywności, która — podobnie jak na lądach — *rosła* ewidentnie w czasach zlodowaceń. Ocean wzbogacany w czasach glacjalnych dzięki większej turbulencji wody (i mieszaniu jej składników odżywczych) najwyraźniej ożywał. „Moim zdaniem — pisze Lovelock w *The Revenge of Gaia* (*Zemsta Gai*, 2007) — gdyby ziemska biosfera, Gaja, mogła wyrazić świadomie swoje preferencje, to głosowałaby w większości za zimnymi glacjałami, a nie owymi ciepłymi, podobnymi do dzisiejszego holocenu, przerywnikami".

Niezależnie od charakteru czynników, które wzmacniały słabe sygnały astronomiczne, i niezależnie od roli biosfery w tych procesach, nie mogą one tłumaczyć ani początku, ani zakończenia epoki lodowej — inaczej mielibyśmy permanentne zlodowacenie od narodzin Ziemi, lub permanentny brak lądolodów. Coś musiało (każdą) epokę lodową zainicjować i coś przynosiło im kres. Tylko co? Dodatkowo to „coś" miało źródła na Ziemi, nie w kosmosie, bo odległość naszej planety od Słońca nie zmieniła się od czterech miliardów lat, więc ilość docierającego do niej światła i ciepła (pomijając owe znikome i monotonnie powtarzalne zmiany kształtu orbity i kąta nachylenia osi obrotu) też pozostawała w przybliżeniu stała, a nawet, choć bardzo powoli, rosła[22].

Klimat jest ważny

Zacznijmy od tego, że podczas wszystkich trzech fanerozoicznych epok lodowych zlodowacenia objęły zasięgiem tylko obszary podbiegunowe — pod koniec ordowiku i w permokarbonie tylko na półkuli południowej, w czwartorzędzie na obu. Wprawdzie przynajmniej podczas dwóch ostatnich czoła lądolodów docierały w strefy umiarkowane, ale centra ekspansji leżały w rejonach polarnych lub bardzo blisko nich. Najwyraźniej podobnie jak dzisiaj obszary o klimacie umiarkowanym, tropikalne i równikowe miały średnio zbyt wysokie temperatury, by lód mógł się na nich gromadzić.

Lądolód z konieczności powstawać może tylko na lądzie, więc by mógł się utworzyć, w okolicach bieguna musi istnieć blok kontynentalny, a to w dziejach Ziemi zdarzało się rzadko. Dwie trzecie powierzchni naszej planety zajmują oceany, więc szansa, że któryś z kontynentów znajdzie się akurat na biegunie, nie jest duża, a na to, że na obu — znikoma. Pod tym

względem sytuacja ostatniego, plejstoceńskiego zlodowacenia jest wyjątkowa, i to podwójnie: po pierwsze dlatego, że lądolody powstały na obu biegunach, co nie zdarzyło się nigdy w dziejach fanerozoiku, po drugie, bo nastąpiło to w okresie, gdy lądy były rozproszone i porozdzielane oceanami, podczas gdy poprzednie zlodowacenia występowały w czasach istnienia tzw. superkontynentów, kiedy wszystkie lądy były połączone. Komentując ten niezwykły przypadek plejstoceńskiego zlodowacenia w książce *The First Chimpanzee* (*Pierwszy szympans*, 2001), John Gribbin i Jeremy Cherfas piszą:

> Kombinacja dwóch zlodowaceń na jednej planecie i w jednym czasie musi być czymś nadzwyczaj rzadkim i choć nie potrafimy ująć tego ilościowo, jesteśmy przekonani, że było to wyjątkowe i niepowtarzalne zdarzenie, które nie wystąpiło nigdy wcześniej w ciągu czterech i pół miliarda lat istnienia Ziemi.

Co więcej, do tego, by zlodowacenie nastąpiło, a szczególnie, by miało tak nietypowy i istotny z punktu widzenia powstania człowieka przebieg (o czym dalej), nie wystarczy, by kontynent znalazł się na biegunie, bo powstanie czapy lodowej wymaga dostaw ogromnych ilości wody, a tego samo przesuwanie kontynentów po powierzchni globu nie zapewni. By to lepiej zrozumieć, przyjrzyjmy się sytuacji na obu obszarach podbiegunowych.

Najpierw Antarktyda. To stosunkowo niewielki kontynent o kształcie zbliżonym do koła, umieszczony prawie dokładnie na biegunie i w dodatku otoczony ze wszystkich stron oceanem. To istotne, bo dopiero w takich okolicznościach może powstać wokół niego ciągły, zimny prąd, niedopuszczający ciepłych wód spod równika i zarazem oziębiający cały kontynent. Gdy taka sytuacja powstała, a zdarzyło się to około trzydziestu milionów lat temu, po ostatecznym oderwaniu się Ameryki Południowej i Australii (do tego czasu panował tam klimat umiarkowany, nawet subtropikalny i Antarktyda porośnięta była lasem), kontynent został niejako skazany na zamarznięcie, bo padający zimą śnieg nie miał już szans, by stopić się podczas krótkiego polarnego lata.

Zlodowacenie Antarktydy zaczęło się dawno, choć bardzo trudno precyzyjnie określić kiedy, gdyż lód, który dziś pokrywa cały kontynent czapą grubości od dwóch do czterech kilometrów, stale od spodu się topi. Dzieje się tak, ponieważ pokrywa lodowa działa jak izolator — z jednej strony

chroni przed mrozami panującymi na powierzchni, z drugiej zaś, z tego samego powodu, zatrzymuje ciepło płynące z wnętrza Ziemi (skądinąd podwyższone, gdyż pod ciężarem masy lodu kontynent się obniża i zapada w nieco cieplejsze warstwy skorupy)[23]. W efekcie najgłębiej zalegający lód praktycznie stale jest w tym samym wieku — mimo, że od góry co roku przyrasta nowa warstwa, dolne warstwy mają ciągle po około czterystu tysięcy lat, bo starszy lód topnieje i już pod postacią wody wypełnia zagłębienia terenu, tworząc ogromne podlodowe jeziora, jak słynny Wostok, którego wody od setek tysięcy, jeśli nie milionów lat nie miały kontaktu z resztą świata[24].

Zlodowacenia na północy — a to one, od czasów Agassiza, uważane są za synonim epoki lodowej — wyglądały jednak zupełnie inaczej i miały innych przebieg. Po pierwsze są nieporównanie młodsze od antarktycznych (rozpoczęły się jakieś dwa i pół do trzech, a nie dwadzieścia czy nawet trzydzieści milionów temu lat temu, jak na Antarktydzie), więc nie mają z nimi bezpośredniego związku. Po drugie były sekwencją naprzemiennych glacjałów i interglacjałów, a nic nie wskazuje, by lądolód antarktyczny, raz ukształtowany, miał się cyklicznie topić i odbudowywać na nowo (w końcu dziś żyjemy w ciepłym interglacjale, a cała Antarktyda jest wciąż pokryta czapą lodową). Po trzecie zasięg lądolodów podlegał w czasie zlodowaceń nieustannym wahaniom, te bowiem na zmianę ekspandowały i cofały się, zapewne zgodnie z rytmem wyznaczonym następstwem cykli Crolla/Milankovicia, natomiast lądolód antarktyczny był stacjonarny. Dawno już dotarł do wybrzeży i odtąd jego zasięg się ustabilizował; nie może pójść dalej ani cofnąć się, ze względu bowiem na napór wciąż nowych mas lodu spływających z wnętrza kontynentu, nie ma dokąd.

Jeśli więc zlodowacenie Antarktydy trudno utożsamiać z „prawdziwą” epoką lodową, to musimy przyjrzeć się wydarzeniom na półkuli północnej, bo to tam nasza czwartorzędowa epoka lodowa na dobre się zaczęła. Jak się przekonamy, to być może właśnie ona odcisnęła decydujące piętno na ewolucji człowieka. Sytuacja na półkuli północnej wydaje się dokładną odwrotnością panującej po przeciwnej stronie Ziemi, bo wokół bieguna, w miejscu, gdzie na południu rozciąga się kontynent, zieje rozległa „dziura” Oceanu Lodowatego (zwanego też Morzem Arktycznym), otoczona niemal ciągłą girlandą lądów. Ta „odwrotność” konfiguracji lądów i oceanów zdaje się wykluczać możliwość zlodowacenia tego obszaru, choć wiemy przecież,

że to tam powstały w czwartorzędzie największe lądolody świata. Jak do tego doszło?

Wszystko wskazuje, że musiały zostać spełnione bardzo specyficzne i bardzo trudne do realizacji w jednym miejscu i czasie warunki. Spróbujmy je zidentyfikować. Powstanie lądolodu wprost na obszarze Oceanu Lodowatego nie wydaje się możliwe, bo jego podłoże musiałoby sięgać aż do dna, co wobec połączeń z resztą oceanu światowego prowadziłoby do jego podmywania ze wszystkich stron i szybko otrzymalibyśmy strukturę Adhémarowskiego „grzyba na cienkiej nodze" ze wszystkimi tego ponurymi konsekwencjami. Tę oceaniczną „dziurę" otacza jednak niemal ciągły wieniec bloków kontynentalnych i choć większość ich powierzchni leży w strefach klimatu umiarkowanego i zwrotnikowego, to północne krańce Ameryki i Eurazji (a pomiędzy nimi także cała Grenlandia) sięgają poza koło podbiegunowe. Lądolód, który by tam powstał, mógłby „spływać" daleko na południe: w Europie aż po barierę gór (np. Karpat, Sudetów, a w skrajnym przypadku także Alp), a w Ameryce Północnej praktycznie bez ograniczeń. Można więc powiedzieć, że o ile Antarktyda dawno została skazana na zlodowacenie, to lądy na północy musiały czekać — i to długo — na właściwą okazję. Czemu ją zawdzięczały? Jest kilka hipotez na ten temat, ale najciekawsza i najbardziej, jak sądzę, prawdopodobna łączy się z narodzinami Przesmyku Panamskiego.

Problem z powstaniem lądolodów na wybrzeżach Oceanu Lodowatego jest taki, że wymagają one stałych i ogromnych opadów (śniegu), którego część przynajmniej nie topniałaby podczas arktycznego lata. Tyle że przy izolacji okołobiegunowego oceanu opady są ograniczone przez bardzo skąpe parowanie jego wód. To dlatego nawet podczas największych mrozów epoki lodowej niemal cała Syberia była wolna od lądolodów, a jej najbardziej wysunięta na północ część, odsłaniana podczas glacjałów, czyli Beringia, stała się wręcz siedliskiem bogatych, choć skrajnie zimnolubnych ekosystemów oraz otwartą bramą dla migracji zwierząt i ludzi pomiędzy oboma kontynentami. Parowaniu sprzyjają wody ciepłe, ale gdyby ciepłe prądy bez przeszkód przenikały do Oceanu Lodowatego, nie dopuszczałyby do jego zamarznięcia w zimie i do utrzymywania arktycznych warunków na jego brzegach. W kontekście potencjalnych szans na zlodowacenie najlepszym, a może i jedynym, rozwiązaniem byłoby dostarczenie wielkich ilości ciepłych wód na samo przedpole Oceanu Lodowatego i zatrzymanie ich

w ostatniej chwili, by mogły oddać ładunek wilgoci, nie przenosząc zarazem ciepła dalej na północ. Choć brzmi to niewiarygodnie, właśnie taki scenariusz się zrealizował i to za sprawą wydarzeń, które rozgrywały się tysiące kilometrów dalej na południe, na obszarach zwrotnikowych i morzach rozdzielających kiedyś obie Ameryki.

Spojrzawszy na mapę, nietrudno zauważyć, że wielkie lądy obu Ameryk połączone są cienkim, wygiętym przesmykiem zbudowanym z bardzo młodych skał i upstrzonym aktywnymi do dziś wulkanami — najwyraźniej jest to struktura, która wyłoniła się niedawno z fal oceanu. Oba kontynenty amerykańskie są częściami dawnej Pangei, a ich oderwanie się od reszty bloków lądowych spowodowało powstanie Atlantyku — najpierw w części środkowej (około stu pięćdziesięciu milionów lat temu), potem na południu (niecałe pięćdziesiąt milionów lat później) i w końcu na północy, już w kenozoiku. Od tej pory obie Ameryki dryfują zgodnie na zachód, oddalając się coraz bardziej od Afryki i Eurazji. Ten nieubłagany ruch wielkich bloków lądowych spowodował podsuwanie się dna oceanicznego Pacyfiku pod ich zachodnie wybrzeża, a ugięta w ten sposób skorupa utworzyła głębokie rowy, które do dziś biegną wzdłuż ich brzegów, od Ziemi Ognistej aż po Alaskę. To tzw. strefa subdukcji, a strefy takie to jedne z najbardziej aktywnych tektonicznie miejsc na Ziemi.

Drugą obok rowów oceanicznych charakterystyczną cechą stref subdukcji jest rozciągający się na zewnątrz od nich („na zewnątrz”, czyli zgodnie z kierunkiem ruchu podsuwającej się płyty oceanicznej) pas intensywnych procesów wulkanicznych, zrodzony w wyniku przeciskania się ku górze lotnych składników wytapianych z pogrążającej się w coraz gorętszych warstwach litosfery skorupy oceanicznej. Gdy strefa subdukcji znajduje się na granicy lądu i oceanu — jak w przypadku obu Ameryk — wówczas efektem tych erupcji jest powstanie ciągnących się wzdłuż wybrzeży gór wulkanicznych, ograniczających kontynent od strony oceanu (Andy w Ameryce Południowej, Kordyliery w Ameryce Północnej). W ciągu niemal całego kenozoiku między obu Amerykami istniała licząca około dwóch tysięcy kilometrów przerwa, którą „wykorzystywał” prąd równikowy opasujący całą Ziemię. Subdukcja oznaczała tam nie podsuwanie oceanu pod kontynent, ale jednej skorupy oceanicznej pod drugą, a w takim przypadku procesy wulkaniczne prowadzą do powstania łańcucha nie gór, lecz wysp — jak dzisiejsze Aleuty i Kuryle. Taki właśnie archipelag wysp wulkanicz-

nych utworzył się w ciągu ery kenozoicznej między obu Amerykami i z czasem powiększał się o nowe wyspy, stare zaś w miarę kolejnych erupcji coraz bardziej się rozrastały. Miało to zresztą bardzo interesujące konsekwencje biologiczne, gdyż umożliwiało niektórym zwierzętom „przeskakiwanie" między kontynentami[25], co miało dramatyczny wpływ na egzystencję izolowanej przez dziesiątki milionów lat fauny południowoamerykańskiej[26]. Około trzech milionów lat temu rozrastające się wyspy wreszcie się połączyły i powstał Przesmyk Panamski, którym z północy na południe ruszyły zastępy ekspansywnych i skutecznych w rywalizacji zwierząt. Zaczął się okres zwany w geologii Wielką Wymianą Międzyamerykańską, co w krótkim czasie doprowadziło do niemal całkowitego załamania endemicznych ekosystemów na południu i do przebudowy („modernizacji", jak niektórzy mówią) fauny południowoamerykańskiego kontynentu. O tej dramatycznej historii Wielkiej Wymiany geolodzy wiedzieli od dziesięcioleci, ale dopiero całkiem niedawno zaczęli łączyć powstanie Przesmyku Panamskiego ze znacznie bardziej istotnymi wydarzeniami — w tym z początkiem epoki lodowej i powstaniem człowieka.

Zmiany klimatyczne a narodziny hominidów

Szczegóły tych wielorakich związków przedstawił znany amerykański geolog i ewolucjonista Steven Stanley w książce *Children of the Ice Age: How a Global Catastrophe Allowed Humans to Evolve* (*Dzieci epoki lodowej: jak globalna katastrofa pozwoliła nam wyewoluować*, 1998). W swej koncepcji Stanley wychodzi od dość niespodziewanego spostrzeżenia, że Ocean Atlantycki jest bardziej zasolony niż Pacyfik, co najłatwiej stwierdzić po obu stronach Przesmyku Panamskiego — po stronie atlantyckiej woda jest wyraźnie bardziej słona niż po pacyficznej. Przyczyną są pasaty wiejące znad pustyń Sahary i Kalahari. Te skrajnie gorące i suche wiatry wysysają wilgoć z wód Atlantyku i, gnając na zachód, zwracają ją nad Oceanem Spokojnym, gdzie opada pod postacią deszczów. W efekcie wody atlantyckie tracą słodką wodę, wody pacyficzne ją zyskują, a bariera Przesmyku Panamskiego uniemożliwia im mieszanie się. Jeszcze około trzech milionów lat temu ta różnica zasolenia obu oceanów musiała być minimalna, bo prąd równikowy opasujący swobodnie Ziemię mieszał wody, ale gdy między

Amerykami wyrosła bariera lądowa, ten niosący słone wody atlantyckie prąd zaczął się od niej „odbijać” i skręcać na północ jako Prąd Zatokowy (Golfsztrom). Odtąd różnice w zasoleniu po obu stronach Przesmyku zaczęły się pogłębiać. Słona woda jest gęstsza, a więc i cięższa od słodkiej, bo jony soli wypełniają przestrzenie między cząsteczkami wody, nie zwiększając jej objętości. W dodatku, płynąc na północ, ciepłe wody Golfsztromu ochładzały się, co jeszcze bardziej zwiększało ich gęstość. Na wysokości Islandii stawały się już tak gęste i ciężkie, że opadały na dno oceanu i stąd migrowały z powrotem na południe, aż w okolicach równika spotykały zimne wody płynące z okolic Antarktydy. W efekcie dziś wszystkie wody przydenne oceanów — również w obszarach równikowych — są pochodzenia polarnego i są natlenione, bo stale uzupełniają je prądy spływające od strony biegunów. Ocean jest uwarstwiony, a życie może się rozwijać nawet w największych głębinach. Coś takiego w dziejach Ziemi zdarzało się rzadko i zapewne tylko w okresach zlodowaceń.

Opadające na dno wody Prądu Zatokowego intensywnie parują, oddając zgromadzone ciepło i wilgoć, zarazem jednak, ponieważ nie docierają dalej na północ, izolują Ocean Lodowaty od wpływów zewnętrznych. W ten sposób zrealizował się ów fantastyczny scenariusz, na który „czekały” lądy na przedpolu Oceanu Lodowatego — chłodzone od północy i obficie zraszane przez opady (przybierające przez znaczną część roku postać śniegu), zaczęły w szybkim tempie zyskiwać pokrywę lodową, której przyrost przewyższał ubytki podczas arktycznego lata. Zawieszone nisko nad horyzontem Słońce (przy odpowiedniej konfiguracji zmiennych Milankovicia) nie było w stanie roztopić w letnich miesiącach nagromadzonego zimą lodu pakowego[27], a jego zdolność odbijania promieni słonecznych sprawiała, że rozrastał się on na coraz dalej położone od bieguna regiony, dodatkowo blokując dopływ ciepłych wód z Atlantyku. Epoka lodowa na północy została zapoczątkowana.

Cechą charakterystyczną plejstoceńskich zlodowaceń była nie tylko obecność na półkuli północnej ogromnych lądolodów i to rozciągających się daleko poza koło podbiegunowe, ale też ich nadzwyczajna wrażliwość na wszelkie, nawet bardzo niewielkie, zmiany nasłonecznienia. Przez ostatnie dwa miliony lat czoła tych lądolodów pozostawały w nieustannym ruchu, posuwając się na południe i wycofując na północ, raz bliżej, raz dalej, zależnie od siły nakładających się cykli Crolla/Milankovicia i w relacji do

wzmacniających lub osłabiających ich oddziaływanie sprzężeń zwrotnych. Ten monotonny cykl ekspansji i kurczenia się lądolodów, przypominający wykres pracy igły sejsmografu (która również wzmacnia nieuchwytne zwykle drgania skorupy ziemskiej), stanowi wyróżnik naszej epoki lodowej, ukazując zarazem kontrast z niemal całkowicie odporną na zmiany sytuacją na półkuli południowej, a także, zapewne, z wcześniejszymi zlodowaceniami w fanerozoiku.

Pora zająć się wreszcie wydarzeniami — ewolucyjnymi, nie klimatycznymi tym razem — które rozgrywały się na obszarze położonym pomiędzy lodowymi kleszczami od paru milionów lat trzymającymi Ziemię w swym mroźnym uścisku. Czas przyjrzeć się Afryce, jedynemu z wielkich kontynentów świata, który mimo swego południkowego ułożenia niemal w całości znajduje się w strefie klimatu równikowego lub tropikalnego. Jest paradoksem, że to właśnie tam, na lądzie pozornie wolnym od wpływów docierających z regionów glacjalnych, epoka lodowa miała odcisnąć najsilniejsze — przynajmniej z perspektywy ewolucji człowieka — piętno.

Jak pamiętamy, formalnie nasza epoka lodowa zaczęła się wraz z powstaniem lądolodów na północy, ale oziębienie (i, co za tym idzie, osuszenie) Ziemi postępowało nieubłaganie przez cały trzeciorzęd, a już co najmniej od powstania lądolodu antarktycznego przed trzydziestoma milionami lat[28]. W Afryce miało to ten skutek, że ciągła zrazu pokrywa leśna zaczęła się przerzedzać, a gęste lasy równikowe na niektórych obszarach ustępowały miejsca otwartym lasom parkowym. Ten proces przyśpieszył jakieś dziesięć milionów lat temu wraz z wypiętrzeniem się pasa wyżyn w miejscu późniejszych rowów ryftowych oraz z powstaniem strefy cienia opadowego, czyli obszarów osłoniętych przed wpływem wilgotnych wiatrów na wschodzie Afryki, gdzie z kolei lasy parkowe zaczęły ustępować miejsca sawannom.

Jakkolwiek do Afryki zlodowacenia nigdy nie dotarły, ta sama cykliczność zmian klimatu i ten sam „sejsmograficzny” charakter zachodzących na świecie zmian przejawiały się i tutaj, tyle że w inny sposób, a mianowicie pod postacią następujących naprzemiennie okresów suchych i chłodnych oraz wilgotnych i ciepłych. I, podobnie jak w przypadku rozszerzania i cofania się lądolodów, najlepszy zapis tych nieustannych zmian znajduje się nie na lądach, gdzie wszystko się działo, ale na dnie oceanów, pod postacią pyłów zwiewanych z lądów na okoliczne morza. Odczytania tego zapisu

podjął się w roku 1995 Peter deMenocal z Lamont-Doherty Laboratory[29], który analizował udział i charakter pyłów w rdzeniach wiertniczych z dna Atlantyku u zachodnich wybrzeży Afryki. Założenia przyjął proste — w okresach suchych i chłodnych, przy większym gradiencie temperatur i rzadszej szacie roślinnej, silniejsze wiatry niosły większą ilość pyłów wywiewanych z odsłoniętych obszarów pustynnych i sawannowych, w okresach cieplejszych i wilgotnych ładunek osadów był mniejszy, a wszystkie takie dokonujące się z roku na rok, a nawet z sezonu na sezon zmiany, powinny znaleźć odzwierciedlenie w „przekładańcu" osadów wydobywanych z dna oceanu. Datując niektóre z warstw (np. zawierające osady wulkaniczne lub przewodnie gatunki szybko ewoluujących organizmów), deMenocal mógł konstruować bardzo dokładne wykresy zmian ilości i intensywności opadów i korelować je z podobnymi wykresami ekspansji i regresji lądolodów opartymi na badaniu otwornic. Wykresy niemal idealnie się pokrywały i potwierdzały, że glacjałom na północy odpowiadały okresy suche w Afryce, a ciepłym interglacjałom okresy intensywnych deszczów (nazywane tu pluwiałami). W ten sposób udało się rozstrzygnąć długotrwały spór geologów czwartorzędu o to, czy zlodowacenia na północy przynosiły Afryce susze, czy przeciwnie, deszcze, czy więc cykle glacjały–interglacjały na północy odpowiadają na kontynencie afrykańskim cyklom pluwiały–interpluwiały (co brzmi nieźle), czy odwrotnie. Okazało się, że odwrotnie, co może nie jest równie ładne, ale logicznie bardziej zrozumiałe — podczas glacjałów poziom oceanów, a więc i ilość wód słodkich w obiegu silnie się obniża, co skutkuje skąpymi opadami.

Najważniejsze było jednak coś innego: otóż przy okazji deMenocal odkrył, że istotnym zmianom w zapisie rdzeni oceanicznych odpowiadają kluczowe wydarzenia w ewolucji hominidów na kontynencie, co rodziło oczywiste pytanie, czy nie występuje między nimi jakiś związek.

Pierwsza dramatyczna zmiana zaszła 2,8 miliona lat temu, a więc w czasie odpowiadającym powstaniu Przesmyku Panamskiego i początkowi pierwszych zlodowaceń na północy. Wtedy właśnie w ewolucji hominidów doszło do rozdzielenia linii australopiteków na dwie gałęzie — masywnych, większych i obdarzonych ogromnymi zębami trzonowymi parantropów (australopiteków robustnych) i mniejszych, delikatniejszych i o zmniejszonym uzębieniu australopiteków gracylnych. Kolejne dwie dramatyczne zmiany również występują równolegle. 1,7 miliona lat temu mamy do czynienia

z nagłym wzrostem amplitudy między cyklami — okresy zimne (interpluwialne) stają się jeszcze zimniejsze i suchsze, a jednocześnie w zapisie kopalnym pojawia się jakościowo nowa forma, a mianowicie w pełni już naziemny, wielkogłowy i zapewne po raz pierwszy aktywnie polujący *Homo erectus* (lub *H. ergaster*). Druga równoległa zmiana następuje milion lat temu, gdy dość nagle wydłuża się cykliczność zmian klimatycznych (z 41 do 100 tysięcy lat), wymierają australopiteki, a na ewolucyjnej scenie pozostaje już tylko *Homo*, który wkrótce potem opuści Afrykę i ruszy na podbój (Starego) Świata. Wtedy też po raz pierwszy nasz przodek wkracza na kontynenty bezpośrednio podlegające skutkom zlodowacenia, a może nawet staje naprzeciw czap lodowych, których nie tylko żaden hominid, ale nawet żadna małpa nigdy wcześniej nie widziała.

Z badań nad rdzeniami oceanicznymi wynika nie tylko, jak wielki był paralelizm zmian na lądach północnych i w Afryce oraz jak bardzo te zmiany wpływały na ewolucję człowieka, ale też jak bardzo wrażliwa — nieomal nadwrażliwa — stała się Ziemia przed trzema milionami lat, gdy niepozorny przesmyk połączył dwa kontynenty i to w miejscu jakże odległym zarówno od terenów, na których miały wyrosnąć lądolody, jak i od obszaru, gdzie niedługo potem miał powstać pierwszy *Homo*. Przy czym tempo i skala zmian rosły — Ziemia coraz gwałtowniej reagowała na sygnały przychodzące z kosmosu, ale też reagowała w różnym czasie na różne cykle: o ile w ciągu ostatniego miliona lat najsilniejszy wpływ ma cykl stutysiącletni (z krótkimi interglacjałami trwającymi dziesięć do piętnastu tysięcy lat), to wcześniej dominował cykl o okresie czterdzieści jeden tysięcy lat, a zmiany między okresami zimnymi i ciepłymi były mniej gwałtowne.

Co ta nieustanna i tak nietypowa w dziejach huśtawka zmian klimatycznych oznaczała dla ewolucji zwierząt w Afryce i dlaczego akurat przodkowie człowieka mieliby ją odczuwać silniej niż inni?

By odpowiedzieć na to pytanie, przyjrzyjmy się trzem (wyidealizowanym) środowiskom, jakie w Afryce dominowały — to las tropikalny w okolicach równika, sawanna na wschodzie kontynentu i otwarty las parkowy, swoista strefa buforowa pomiędzy nimi. Wszystkie trzy strefy utrzymywały się zarówno w okresach pluwiałów, jak i interpluwiałów, ale reagowały odmiennie na zachodzące w tych okresach wydarzenia. Zasięg lasu równikowego powiększał się podczas okresów wilgotnych i kurczył z nastaniem suszy, a sawanny, rzecz jasna, odwrotnie. Zmieniały się więc ich granice, ale

nie położenie. Inaczej lasy parkowe, które z racji swego buforowego usytuowania skazane były na nieustanną wędrówkę. Te cykliczne procesy musiały różnie wpływać na zwierzęta zamieszkujące każde z tych środowisk. Gatunki leśne, głównie małpy, mogły w ogóle nie odczuwać dokonujących się zmian, zwłaszcza jeśli zamieszkiwały interior wilgotnych dżungli, bo tam wpływy zewnętrzne praktycznie nie docierały. Podobnie ze zwierzętami sawannowymi — ekspansja terenów trawiastych mogła sprzyjać ich pomyślności, ograniczenie zasięgu sawanny zmuszało je do wycofywania się z zajętych wcześniej terenów, ale w głębi sawanny (tak samo jak w głębi lasów deszczowych) niewiele się w zasadzie zmieniało.

Zupełnie inaczej było z mieszkańcami lasów parkowych, ten habitat bowiem nigdzie i nigdy nie stanowił dla nich bezpiecznego schronienia. Nieprzystosowane tak dobrze do nadrzewnego środowiska jak gatunki lasów deszczowych i niezdolne do konkurowania z sawannową menażerią, wiodły niepewną egzystencję w niepewnym środowisku, z konieczności stawiając bardziej na wszechstronność niż na ścisłą specjalizację. Dotyczyło to również sposobu lokomocji — poruszanie się między gałęziami musiało stanowić dla nich równie ważną umiejętność, jak przemieszczanie się po ziemi między rozproszonymi drzewami. Możemy zatem widzieć w otwartych lasach parkowych swoistą wylęgarnię gatunków małp „trenujących” zarazem naziemny i dwunożny styl lokomocji — początkowo nie jako jedyny, ale raczej dodatkowy sposób przemieszczania się, służący do krótkotrwałych wypadów na otwarte tereny, choćby po to, by przejść między odległymi drzewami lub znaleźć pożywienie, którego w kurczących się lasach mogło brakować. Taki mógł być ewolucyjny sens powstania pierwszych hominidów, jako zwierząt o podwójnej, nadrzewno-naziemnej egzystencji, zdolnych do korzystania z obu tak odmiennych środowisk, ale też już z żadnym z nich niezwiązanych na stałe.

Kiedyś wydawało się, że australopiteki — najstarsze, jak sądzono, hominidy — szybko zeszły z drzew i wkroczyły na rozrastającą się sawannę już jako istoty w pełni dwunożne i wyprostowane, ale ten obraz jest niemal na pewno fałszywy. Lawina nowych znalezisk, jakie zaczęły się pojawiać począwszy od lat 70. XX wieku, nieodmiennie odsyła do tego samego zaskakującego wniosku — każdy nowo opisywany gatunek lub dobrze zachowany okaz australopiteka, na każdym nowym lub na nowo przebadanym stanowisku, wykazuje mozaikę cech anatomicznych i ekologicznych, w której

adaptacje do naziemnej lokomocji (np. położenie otworu wielkiego u podstawy czaszki i „ludzka” budowa stopy) przeplatają się z przystosowaniami do nadrzewności (np. długie ręce z zakrzywionymi palcami). Przy czym stan takiej ewolucyjnej „niedookreśloności” utrzymuje się bardzo długo. Nie tylko wszystkie gatunki australopiteków, ale nawet pierwsze formy zaliczane już formalnie do *Homo* (np. *H. habilis*) wykazują takie przejściowe, mozaikowe przystosowania. A także, co jeszcze ciekawsze, liczne hominidopodobne formy, które żyły *przed* australopitekami i które odkryto w ostatnich latach, takie jak ardipitek, sahelantrop czy orrorin (a pewnie i inne, których jeszcze nie znaleziono) też należały do „dwuśrodowiskowych” naczelnych. Nasuwa się myśl, że to przejściowe środowisko pogranicza lasów i sawanny było przez miliony lat swego rodzaju laboratorium eksperymentowania z dwunożnością, zapewne w wykonaniu wielu efemerycznych linii rodowych, w których niekoniecznie powinniśmy dostrzegać przodków człowieka, większość z nich bowiem mogła należeć do bocznych (względem naszej) gałęzi i wymrzeć bezpotomnie. Niekończące się dyskusje odkrywców tych „pierwszych hominidów” z krytykami widzącymi w nich raczej wczesnych przodków szympansów lub goryli mogą wynikać właśnie z przyjęcia niepotrzebnie zawężającej perspektywy, która każe w każdym z hominidopodobnych stworzeń widzieć przedstawiciela jednej z trzech istniejących do dziś linii, a nie uczestnika ewolucyjnych prób; które odpowiadały na wspólne dla wszystkich wyzwania produkując krótkotrwałe, konkurujące ze sobą, alternatywne i w większości skazane na niepowodzenie gatunki.

Jednemu z tych gatunków się udało i po wielu milionach lat jego potomkowie wyszli wreszcie na groźną sawannę, gdzie czekały ich jeszcze trudniejsze wyzwania. Niektórzy, znów nieliczni, i im zdołali sprostać. Jesteśmy dziedzicami długiej linii gatunków, które przeszły prawdziwie morderczą szkołę życia. W tej sprawie Osborn miał rację — nasz czas, a zarazem czas wyjątkowego w skali całego fanerozoiku zlodowacenia, był nadzwyczaj „stymulujący”, a nasza afrykańska kolebka wystawiała nas na wciąż nowe i wciąż trudniejsze próby.

[1] Wśród ewolucjonistów dominuje ostatnio przekonanie, że o ile życie w Kosmosie może być zjawiskiem powszechnym (przynajmniej tam, gdzie warunki pozwalają na istnienie wody w fazie ciekłej), to do powstania jego złożonych form potrzeba spełnienia wielu nietypowych i zapewne bardzo rzadko występujących warunków. Tę koncepcję nazwano nawet „hipotezą rzadkiej Ziemi" (zob. np.: P. Ward, D. Brownlee, *Rare Earth: Why Complex Life Is Uncommon in the Universe*, Springer 2003). Wedle niektórych biologów jednym z warunków owego złożonego życia jest np. istnienie płci, co jest możliwe dopiero po wcześniejszym i bardzo mało prawdopodobnym akcie tzw. pierwotnej endosymbiozy, czyli dzięki połączeniu w jeden dwóch niezależnych organizmów przy zachowaniu ograniczonej niezależności ich wyposażenia genetycznego. Szerzej na temat tej fascynującej koncepcji pisze Mark Ridley w świetnej książce *Cooperative Gene* (2001) i Nick Lane w *Power, Sex, Suicide: Mitochondria and the Meaning of Life* (2006).

[2] Lot jest energetycznie bardzo kosztownym sposobem przemieszczania się, ale zarazem bardzo skuteczną formą obrony przed drapieżnikami. Na wyspach, gdzie często brak dużych drapieżników, tego typu obronne wyposażenie może okazać się niepotrzebnym luksusem.

[3] Russell zakładał na przykład milcząco pionizację ciała dinozauroida wraz z utratą ogona, co w przypadku antropogenezy wiązało się z nadrzewnym i brachiacyjnym (zwisowym) epizodem ewolucji, a takiego Russell, skądinąd zresztą najzupełniej słusznie, dla dinozauroida nie przewidywał. Bez tego jednak trudno zrozumieć jakie naciski selekcyjne mogłyby tego typu przeobrażenia wywołać. Por. M. Ryszkiewicz, Homo sapientissimus *i dinozauroid: przypadek i konieczność w ewolucji człowieka*, „KOSMOS", 1990, 39 (1), s. 183–187, i *Przepis na człowieka*, CiS, Warszawa 1997.

[4] Co wynika stąd, że w niewielkich ciałach kosmicznych (a takie są zwykle źródłem meteorytów) ciężkie składniki (jak żelazo czy iryd) są równomiernie rozproszone, a ich średnia gęstość jest większa niż na powierzchni Ziemi, gdyż na naszej planecie doszło do przetopienia skał, grawitacyjnego rozwarstwienia mas i koncentracji tych składników w jądrze.

[5] Np. do czasu opadnięcia pyłów poimpaktowych. Inna rzecz, że duży impakt może być mechanizmem spustowym uruchamiającym jakieś inne, trwające znacznie dłużej zjawisko, np. procesy wulkaniczne. Tak dzieje się, jeśli krater uderzeniowy przebije skorupę ziemską i sięgnie astenosfery. Niektórzy naukowcy w ten sposób tłumaczą wielkie wypływy lawy na Dekanie, synchroniczne z uderzeniem bolidu w Meksyku. W tym przypadku impakt nastąpił jednak po drugiej stronie planety, a związek między obu zjawiskami, choć niewykluczony, nie był raczej bezpośredni.

[6] Tak odmienna od wszystkiego co było przedtem, i tak ściśle związana z obecnością *Homo sapiens* na Ziemi, że niektórzy proponują wyodrębnić zupełnie nową jednostkę chronologiczną — antropocen lub nawet antropozoik (więcej na ten temat w Zakończeniu).

[7] Steven M. Stanley, *Children of the Ice Age: How a Global Catastrophe Allowed Humans to Evolve*, Freeman, 1998.

[8] Choć jedna z nich, z końca proterozoiku, mogła objąć całą Ziemię, jeśli hipoteza ziemskiej „kuli śniegowej" („Snowball Earth") jest słuszna, a wiele za tym przemawia.

[9] To trudne słowo, pochodzące od *errare*, a więc błądzenia (stąd eratyki zwane są też błądzącymi kamieniami) dawało zawsze kolejnym pokoleniom studentów geologii inspirację do oczywistych gier słów.

[10] Wśród XIX-wiecznych naturalistów prym wiedli Brytyjczycy, a w Anglii większość geologów wywodziła się z szeregów duchowieństwa. Ich sympatię do hipotezy potopu nietrudno zrozumieć.

[11] Wiek Ziemi próbowano określić nawet doświadczalnie, rozgrzewając kule o różnym składzie i średnicy i mierząc czas ich stygnięcia, a później, przez ekstrapolację, szacując, jak długo analogiczny proces trwałby przy kuli o wielkości Ziemi. Takie próby prowadzone były już w XVIII wieku, podejmował je np. Georges Buffon we Francji, a w Polsce Jędrzej Śniadecki. Wyniki były różne, ale wszystkie mówiły o wieku rzędu kilku do kilkudziesięciu milionów lat. Zgodna z teorią stygnięcia Ziemi była tzw. hipoteza kompakcji, która tłumaczyła powstawanie gór kurczeniem się planety i „marszczeniem" jej skorupy, co porównywano do marszczącej się skórki wysychającego owocu. Jej najwybitniejszym rzecznikiem był francuski geolog Élie de Beaumont. O cieplejszej przeszłości Ziemi miały też świadczyć skamieniałości — np. znajdywane w Europie wielkie skorupy mięczaków (w osadach morskich) czy liście palm (w skałach lądowych), a więc szczątki organizmów, które dziś występują tylko w rejonach tropikalnych.

[12] Charpentier i Venetz nigdy mu nie darowali, że wykorzystał ich i zyskał sławę, w dodatku posuwając się w swych tezach daleko poza akceptowalne ich zdaniem spekulacje.

[13] Cyt. za: D. Macdougall, *Zamarznięta Ziemia*, Prószyński i S-ka, Warszawa 2008.

[14] L. Agassiz, *Études sur les Glacier*, Neuchâtel 1840 (tłumaczenie i podkreślenia moje — MR).

[15] Epoka lodowa (*Ice Age*) to pojęcie często używane, ale niejednoznaczne. Dwa najczęstsze znaczenia to „ostatnie zlodowacenie", czyli okres od mniej więcej 120 do 10 tysięcy lat temu, odpowiadający dawnemu określeniu ostatniego (z czterech) glacjałów, zwanego Würmem. W węższym znaczeniu to tylko najzimniejsza, ostatnia część tego glacjału, czyli tzw. ostatnie maksimum lodowcowe (LGM od *Last Glacial Maximum*). W szerszym i chyba najpopularniejszym znaczeniu epoka lodowa to wszystkie glacjały i interglacjały razem wzięte. Wtedy tzw. ostatnia epoka lodowa staje się synonimem okresu zwanego czwartorzędem i w tym znaczeniu tutaj o niej mówimy.

[16] Dokładniej nie „w lodach Syberii", a w jej wiecznej (lub wieloletniej) zmarzlinie, która jest mieszaniną gleby i lodu, a nie samym lodem. Zgodnie ze współczesną wiedzą śmierć mamutów przychodziła nie podczas największych mrozów, ale raczej wiosennych roztopów. Uruchomione przez wodę masy osadów spływały po stromych zboczach

i pochłaniały trupy leżących niżej mamutów i innych zwierząt, a jeśli później, zimą, osady te zamarzły i zostały jeszcze kilkakrotnie pokryte warstwami kolejnych spływów, mogły uchronić zamarznięte zwłoki przed powtórnym rozmrożeniem.

[17] Cyt. za: *Zamarznięta Ziemia*, *ibid*.

[18] Udało się to policzyć na podstawie zmiany położenia krawędzi wodospadu Niagara, gdzie płynąca poniżej rzeka Niagara wcina się głębokim kanionem w osady lodowcowe. Znając tempo erozji wstecznej kanionu, wynoszące około jednego metra na rok, można było oszacować, że najmłodsze z tych osadów powstały właśnie zaledwie dziesięć milenów wcześniej.

[19] Jego nazwisko, pisane w oryginale cyrylicą, jest różnie transkrybowane na alfabet łaciński. Najczęściej i zgodnie z jego serbsko-chorwackim zapisem (w Chorwacji) spotkać można wersję Milanković, ale też (często w literaturze anglosaskiej) Milankowitch, lub (w spolszczeniu) Milankowicz. Z różnych wariantów wybieram ten pierwszy, jako najbliższy oryginałowi.

[20] Nazbyt — bo wiemy dziś na pewno, że zlodowacenia nie wynikają tylko z przyczyn astronomicznych, ale także np. działalności wulkanicznej, aktywności biosfery, a może też impaktów. Tego wszystkiego Milanković nie brał pod uwagę, więc jego krzywe nie powinny „zbyt dobrze” pasować do lodowcowej historii.

[21] Między innymi John Tyndall, Svante Arrhenius i Thomas Chamberlain.

[22] Jasność Słońca (i każdej podobnej do niego gwiazdy) rośnie z czasem, co wynika ze sposobu, w jaki w jego kosmicznym piecu spalane jest termojądrowe paliwo. Dziś Słońce jest o jedną trzecią jaśniejsze (i gorętsze) niż na początku i będzie się rozgrzewać jeszcze przez kilka miliardów lat.

[23] Dodatkowo samo ciśnienie ogromnych mas lodu wytwarza ciepło u podstawy, co też przyczynia się do jego topnienia. Istnieją nawet koncepcje, że proces ten może z czasem prowadzić do deglacjacji. Zgodnie z tą hipotezą gromadzące się ciepło wraz z rosnącą masą lądolodu musiałoby z czasem doprowadzić do upłynnienia tak dużej ilości lodu u podstawy, że wywołałoby to jego niestabilność i spływanie ogromnych mas lodowych do mórz, co zmniejszałoby albedo Ziemi oraz podnosiło poziom oceanu i oba te czynniki prowadziłyby do dalszego kurczenia się lądolodów.

[24] Co oznacza, że mogą zawierać dziewicze, od co najmniej setek tysięcy lat odizolowane od reszty ziemskiej biosfery mikro- (a może i makro-) organizmy. Ich poznanie to jedno z największych wyzwań współczesnej biologii.

[25] Ten mechanizm rozprzestrzeniania się gatunków znany jest jako *island hopping*, czyli „wyspowe skoki”.

[26] O tym, do jakich nadzwyczajnych i nieznanych nigdzie indziej form ta izolacja doprowadziła, opowiada fascynująca książka znanego amerykańskiego ewolucjonisty G.G. Simpsona, *Splendid Isolation* (1983). Choć „skoki” między wyspami odbywały się w obu kierunkach, to wpływ nowych przybyszów na formy autochtoniczne był znacznie silniejszy na południu niż na północy, co wynika zapewne z faktu, że zwierzęta północnoamerykańskie były bardziej ekspansywne, gdyż przez większość kenozoiku utrzymywały łączność z fauną eurazjatycką (zrazu dzięki temu, że nie istniał jeszcze wtedy północny Atlantyk, potem przez obszar Beringii, periodycznie wynurzający się i umożli-

wiający migracje między obu wielkimi masami lądowymi). Fauna z dużych lądów jest zawsze groźniejsza dla form wyspowych niż odwrotnie, gdyż na wyspach zwierzęta tracą część swego „uzbrojenia” służącego do walki z napastnikami i patogenami. Przy spotkaniu faun z obu Ameryk ta z południa była więc „bardziej wyspowa”, a ta z północy „bardziej lądowa”.

[27] Lód pakowy (albo pak lodowy) to utrzymująca się latami pokrywa kier lodowych na wodach mórz przybiegunowych.

[28] Istotną rolę w tym procesie odegrało zapewne inne wydarzenie, też zresztą bardzo odległe od rejonów polarnych, jakim było wypiętrzenie ogromnej Wyżyny Tybetańskiej, której pokryta śniegiem powierzchnia również zwiększyła albedo Ziemi i przy okazji ożywiła wiatry monsunowe wiejące znad Oceanu Indyjskiego.

[29] To w tym laboratorium przeprowadzono pionierskie badania zapisu otwornicowego z rdzeni oceanicznych, które wykazały zgodność cykli glacjalnych z cyklami Milankovicia.

Rozdział siódmy

Z powrotem na drzewa

Człowiek i jego biologiczna rodzina — hominidy — wywodzą się więc z tej grupy naczelnych, która po trwającym kilka milionów lat treningu na pograniczu lasów i terenów trawiastych zdecydowała się na ostateczne opuszczenie nadrzewnego środowiska i wyjście na sawannę — najbardziej niebezpieczny ekosystem świata. Uważano dotychczas zwykle, że wszyscy ci „eksperymentatorzy" niemal z definicji należeli do rodziny hominidów, bo właśnie dwunożność miała być jej główną, jeśli nie jedyną cechą konstytutywną. To przekonanie sięga jeszcze XVIII wieku: człowiek należy do Bimana (dwuręcznych), wszystkie inne naczelne to Quadrumana, czyli czwororęczne. Antropologia zmieniła to o tyle, że dwuręczność przemianowała na dwunożność, ale sens pozostał ten sam i przez długie dziesięciolecia dominował pogląd, że żadnych innych dwunogów wśród naczelnych nigdy nie było. Dziś problem się skomplikował, bo coraz więcej świadectw przemawia za tym, że eksperymenty z (niepełną) dwunożnością podejmowane były wielokrotnie i właściwie każda małpa człekokształtna żyjąca na pograniczu lasu i terenów otwartych zdolna była do takich prób.

W książce *Ancestor's Tale* Richard Dawkins zwraca uwagę, że pochodzenie głównej cechy odróżniającej małpy człekokształtne od pozostałych naczelnych, a więc brak ogona, nigdy właściwie nie zostało dobrze wyjaśnione. Najłatwiej jednak wiązać ją z dwunożnością, a nie, jak można nieraz

przeczytać, z brachiacyjnym (czyli zwisowym) sposobem lokomocji. Ogon w brachiacji nie przeszkadza i również małpy ogoniaste, na przykład południowo-amerykańskie czepiaki, stosują ten sposób poruszania się; natomiast bez wątpienia przeszkadza podczas chodu dwunożnego w pozycji wyprostowanej. Ciekawe, że jedyne znane bezogoniaste (lub z silnie zredukowanym ogonem) czworonogi: niedźwiedzie, surykatki i zające, to zarazem te, które przynajmniej sporadycznie przyjmują pozycję spionizowaną. To mogłoby sugerować, że dwunożność była raczej cechą wyjściową hominidów, od której tylko większość z czasem odeszła; nigdy zresztą nie do końca.

Być może więc dopiero zejście na sawannę i opuszczenie drzew oraz bezwzględna, a nie fakultatywna dwunożność, odróżnia nas — hominidy — od pozostałych naczelnych, bo tylko to oznacza ostateczne zerwanie z wcześniejszą historią i przekroczenie Rubikonu: wejście na ewolucyjną ścieżkę, z której nie ma już odwrotu. Życie w całkiem nowym środowisku wymaga zupełnie nowych przystosowań, tak radykalnych i ewolucyjnie trudnych, że powrót na drzewa może być już niemożliwy. W każdym razie nigdy się (chyba) nie zdarzył (o szczególnym przypadku orangutana będzie jeszcze mowa dalej).

Eksperymenty z dwunożnością

Na etapie wczesnych eksperymentów z dwunożnością sytuacja była zupełnie inna. Nasi przodkowie i kuzyni żyli na pograniczu, niejako zawieszeni między dwoma światami. Jeden z nich (las) oferował im bezpieczeństwo, a drugi (sawanna) potencjalne korzyści, których osiągnięcie musiało być jednak okupione skrajnym zagrożeniem. Trudno się dziwić, że nikt nie spieszył się z dokonaniem ostatecznego kroku. Australopiteki i podobne do nich formy (jak sahelantrop czy orrorin) pozostawały zarazem naziemne i nadrzewne przez miliony lat, a pierwszy w pełni naziemny gatunek — reprezentowany przez „chłopca z Nariokotome” (*Homo erectus/ergaster*) z Kenii — narodził się dopiero przed niespełna dwoma milionami lat, w dodatku w formie tak odmiennej od wszystkich wcześniejszych afrykańskich australopiteków, że nie wiadomo, czy nie powstał gdzieś w Azji, a do Afryki nie powrócił w ramach pierwszej fali „repatriacji”. Sawanna długo kusiła prze-

ogromnymi bogactwami, ale też odstręczała czyhającymi zewsząd niebezpieczeństwami.

Jeśli przedstawiona tu teza jest słuszna, czyli jeżeli okres sprzed powstania pierwszych sawannowych hominidów obfitował w próby hominizacji, niekoniecznie w wydaniu naszych bezpośrednich przodków (bo gotowych do takich „eksperymentów" małp człekokształtnych nie brakowało i to nie tylko w Afryce, ale i na obu pozostałych lądach Starego Świata), wówczas można spodziewać się istnienia różnych, mniej lub bardziej „uczłowieczonych" gatunków naczelnych w okresie kilku milionów lat, jakie dzieliły wspólnego przodka szympansa i człowieka od pierwszego prawdziwego *Homo*. A może także wcześniej i później. Warto też zastanowić się, czy kierunek z lasu na sawannę był jedynym, jaki w ewolucji takich eksperymentujących naczelnych się zdarzał, teoretycznie bowiem podróż w drugą stronę też była możliwa, a na pewno łatwiejsza — stworzenia te wracałyby bowiem wówczas do środowisk nie tylko dobrze znanych, ale też bezpieczniejszych, w dodatku wyposażone w nadrzewne adaptacje, których żaden z „dwuśrodowiskowych" gatunków nigdy do końca nie utracił.

Czy przemawiają za tym jakiekolwiek świadectwa? Zanim spróbujemy odpowiedzieć na to pytanie, przyjrzyjmy się najpierw naszemu własnemu drzewu rodowemu, bo i na nim roi się od gatunków, z którymi nie bardzo wiadomo, co zrobić. Niektóre wykazują cechy bardziej ludzkie, niż „powinny", inne żyły wcześniej, niż powstały — jak wynika z danych genetycznych — pierwsze hominidy, jeszcze inne to poniekąd „widma" — formy, które pozostawiły gdzieś ulotne ślady swej obecności, ale kim były i jak je wpasować w ramy uznanej antropogenezy, nie wiemy. Poniższa lista z pewnością nie jest kompletna, ale od czegoś trzeba zacząć.

- ***Sahelanthropus tchadensis*** („Toumaï") odkryty przez Michela Bruneta na pustyni Dżurab w Czadzie w latach 2001–2002, znany z pojedynczej, silnie zniekształconej, ale prawie kompletnej czaszki o mozaice cech zaawansowanych i prymitywnych. Jego wiek ocenia się na siedem milionów lat (choć znaleziono go na wtórnym złożu; prawdopodobnie szczątki zostały pogrzebane zgodnie z tradycją muzułmańską przez któreś z miejscowych plemion, co sprawia, że bezpośrednie datowanie nie jest możliwe), a więc na czasy sprzed postulowanego na pięć do sześciu milionów lat temu rozdzielenia się linii człowieka i szympansa. Szacunkową objętością mózgu (ok. 350 cm^3) nie różni się od współczesnych małp człeko-

kształtnych, ma również podobny do nich (U-kształtny) zarys łuku zębowego. Natomiast niezwykła płaskość twarzy (brak prognatyzmu), silnie zredukowane kły oraz położenie otworu wielkiego na spodzie, a nie z tyłu czaszki, to cechy zbliżające go do człowieka i przemawiające za jego dwunożnością. Uznanie go, zgodnie z hipotezą odkrywców, za najwcześniejszego przedstawiciela linii prowadzącej do człowieka bardzo skomplikowałoby przyjęty model naszej filogenezy, gdyż niektóre z jego cech „ludzkich" zaobserwowano dopiero u form żyjących po australopitekach (choćby bardzo wydatne wały brwiowe[1], podobne jak na czaszkach *H. erectus*, i nadzwyczaj słaby prognatyzm) jego wiek zaś wymagałby wprowadzenia istotnych korekt chronologii naszej ewolucji. Pojawiły się więc propozycje, by uznać go za pierwszego przedstawiciela linii szympansów, wspólnego przodka szympansowatych (panidów) i hominidów, lub (wedle opinii Brigitte Senut i Martina Pickforda, odkrywców orrorina) za formę zbliżoną do goryla (miałby być podobny do samicy tego gatunku). Problem w tym, że filogeneza goryli i szympansów jest nieznana, a dwunożność sahelantropa kłóci się z akceptowanym w zasadzie założeniem o nadrzewnym trybie życia ich domniemanych przodków. Nie można więc wykluczyć, że był to raczej prowadzący donikąd i krótkotrwały „eksperyment" ewolucji, zwłaszcza że sahelantrop żył daleko poza obszarem ryftowym, uważanym powszechnie za kolebkę hominidów.

- ***Orrorin tugenensis***. Odkryty w roku 2000 (i dlatego zwany też „człowiekiem milenijnym") na wzgórzach Tugen w Kenii przez Brigitte Senut i Martina Pickforda. Znany z kilku stanowisk i około dwudziestu fragmentów kości i zębów, w tym żuchwy, kości udowej i ramiennej oraz członów palcowych; jego wiek szacowany jest na 5,7 do sześciu milionów lat. Wszystkie zęby (w tym kły) miał małe, znacznie mniejsze niż u australopiteków (zwłaszcza masywnych) i opatrzone względnie grubym szkliwem. Obie te cechy zbliżają go bardziej do człowieka niż do wczesnych hominidów takich jak ardipitek czy australopiteki. Budowa kości udowej, a przede wszystkim jej kulistej i umieszczonej prawie pod kątem prostym główki stawowej o wydłużonej szyjce, wskazuje na zdolność do chodu w pozycji wyprostowanej, ale zakrzywiony kształt palców sugeruje przystosowanie do wspinania się na drzewa. Jego odkrywcy widzą w nim nie tylko najstarszego hominida, ale wręcz założyciela linii

prowadzącej do *Homo*, i dlatego z linii tej wykluczają australopiteki (np. Lucy), jako boczne i kończące się ślepo odgałęzienia. Mimo wielu niewątpliwie zaawansowanych cech pozycja orrorina jest niepewna i taka pozostanie, dopóki nie poznamy kluczowych elementów jego anatomii, zwłaszcza czaszki, choć i wtedy pewnie kontrowersje nie znikną do końca.

- ***Ardipithecus ramidus*** („Ardi"), najstarszy (sprzed ok. 4,4 miliona lat) i zarazem najbardziej kompletny okaz niekwestionowanego przez większość antropologów hominida, znaleziony w 1992 w Aramis nad rzeką Auasz w Etiopii przez zespół kierowany przez Tima White'a (formalny opis znaleziska opublikowany został po 17 latach, w roku 2009, na łamach „Science", która poświęciła mu pół numeru i zdjęcie na okładce). Ardi zdetronizowała[2] Lucy jako okaz starszy od niej o ponad milion lat i znacznie bardziej kompletny. Zaliczana początkowo do rodzaju *Australopithecus*, została przeniesiona do nowo utworzonego rodzaju *Ardipithecus*, gdy okazało się, że pewne cechy, zwłaszcza budowa kończyn dolnych, nie pozwalają uznać jej za przedstawiciela gatunku w pełni dwunożnego i prowadzącego naziemny tryb życia. *A. ramidus* wykazuje ciekawą mozaikę cech zaawansowanych i prymitywnych, w tym skrócone u obu płci kły (co według Lovejoya sugeruje słaby dymorfizm i być może wręcz zaczątki monogamii), długie ręce i odstający wielki palec stopy (to przystosowania do nadrzewności), ale zarazem wyprostowane ciało, rozszerzoną miednicę i obecność pięty oraz wyprostowane palce stóp (poza paluchem), co z kolei jest adaptacją do poruszania się po ziemi. Anatomicznie ardipitek odbiegał wyraźnie zarówno od modelu ludzkiego, jak i szympansiego (był np. niezdolny do chodu na knykciach, naturalnego dla wielkich małp afrykańskich), co sugeruje, że zarówno szympansy, jak i ludzie, oddalili się równie daleko od cech właściwych ich wspólnemu przodkowi, a skoro tak, to nie można — jak to zwykle się robi — traktować szympansa jako dobrego modelu przy rekonstrukcji najstarszych hominidów. Już po Ardi znaleziono szczątki przedstawiciela starszego o milion lat gatunku nazwanego *Ardipithecus kadabba*, co wskazuje na długą historię tego rodzaju, sięgającą być może czasów poprzedzających rozdzielenie się linii człowieka i szympansa.
- **Tropy z Laetoli** to wyjątkowy szlak kilkudziesięciu odcisków stóp pozostawionych przez dwa lub trzy osobniki w zakrzepłym tufie wulkanicz-

nym w Tanzanii 3,8 miliona lat temu. Odciski te wykazują ogromne podobieństwo do ludzkich[3] (choć są znacznie mniejsze), najwyraźniej wędrujący tamtędy ludzie (?) mieli dobrze wyodrębnioną piętę, wysklepioną stopę i wszystkie palce (w tym wielki) skierowane do przodu. Odkrycie przez Mary Leakey tropów z Laetoli w rok po opisaniu Lucy wzbudziło sensację, gdyż w szkielecie Lucy brakowało stóp, więc nie można było stwierdzić, czy poruszała się po ziemi w pozycji wyprostowanej i czy żyła na sawannie, czy na obszarze zalesionym. Choć tropy z Tanzanii są o ponad pół miliona lat starsze od Lucy, pochodzą z czasów, gdy gatunek *A. afarensis* istniał już na Ziemi, a jego szczątki znaleziono w pobliżu Laetoli i w równowiekowych warstwach. W tych samych warstwach znaleziono też tysiące odcisków innych zwierząt (m.in. słoni, pawianów, żyraf, antylop i strusi) o typowo sawannowym charakterze, co współgrało z panującym wówczas przekonaniem, że już wczesne hominidy porzuciły lasy i przystosowały się do życia na otwartym terenie. Wątpliwości zrodziły się później, gdy okazało się, że Lucy, podobnie jak inne australopiteki, miała także wyraźne przystosowania do nadrzewności i żyła w towarzystwie wielu zwierząt leśnych, a potem nasiliły się jeszcze po odkryciu w RPA nadzwyczaj kompletnego, choć wciąż jeszcze formalnie nieopisanego szkieletu tzw. Little Foot — równowiekowej z Lucy i potencjalnie należącej do tego samego gatunku formy o „małpiej” budowie stopy (tzn. z odstającym paluchem), co wskazuje na nadrzewność. Nie można więc wykluczyć, że tropy z Laetoli pozostawił jakiś inny niż Lucy hominid, być może podobniejszy do człowieka lub wręcz należący już do rodzaju *Homo*. Jego tożsamość pozostaje wciąż zupełną zagadką.

- ***Kenyanthropus platyops***. Niemal kompletna, choć mocno zniekształcona czaszka, znaleziona w 1999 roku nad brzegiem jeziora Turkana w Kenii przez zespół kierowany przez Meave Leakey, która w roku 2001 uznała to znalezisko za przedstawiciela całkiem nowego rodzaju w obrębie rodziny hominidów. Datowany na 3,5–3,2 miliona lat, gatunek ten jest równowiekowy z *A. afarensis* (Lucy), którego szczątki znane są z sąsiednich stanowisk i który w związku z tym występowałby z *K. platyops* na jednym terenie i w tym samym czasie. Cechą charakterystyczną nowego taksonu jest szeroka i nadzwyczaj płaska, „ludzka” twarz (*platyops* znaczy płaskolicy), a przypisywane temu gatunkowi kości palcowe stóp sugerują dwunożność. Specjaliści nie są zgodni co do miejsca keniantropa

na naszym drzewie rodowym: jedni widzą w nim po prostu przedstawiciela jednego z australopiteków (najczęściej *afarensis*), inni dopatrują się nadzwyczajnych podobieństw do czaszki KNM ER 1470, zaliczanej wcześniej do *H. habilis*, a dziś zwykle wyodrębnianej w osobny gatunek *H. rudolfensis*, uważany za najstarszego „prawdziwego" *Homo* w Afryce i najstarszego wytwórcę narzędzi kamiennych. W tym ujęciu postulowany *K. platyops* byłby bliższy *Homo* niż australopitekom, a może nawet trzeba w nim widzieć bezpośredniego przodka *H. rudolfensis* (choć poprzedzającego go o ponad milion lat) lub wręcz pierwszego przedstawiciela *Homo* (*Homo platyops*?) w Afryce.

- ***Australopithecus sediba***. Najnowsze dziecko antropologii (nie licząc denisowian, których znamy tylko z genów, więc są dla nas „bezcieleśni"), gatunek australopiteków opisany w 2010 roku przez Lee Bergera na podstawie bogatego zestawu szczątków znalezionych w jaskini Malapa w RPA. Na razie odkopano cztery częściowo zachowane szkielety, należące zapewne do równocześnie zmarłych osobników: dwóch dorosłych, jednego młodego chłopca i jednego półtorarocznego dziecka. Ich wiek wynosi niemal dokładnie dwa miliony lat, są więc o prawie pół miliona lat późniejsze od najstarszych afrykańskich *Homo*. W anatomii gatunku uderza mozaikowość budowy, co już nie wywołuje takiego zdziwienia, ale także szereg bardzo zaawansowanych cech zbliżających *A. sediba* już nawet nie do wczesnych *Homo* (*H. habilis/rudolfensis*), ale wręcz do *H. erectus/ergaster*, którego pochodzenie było dotąd bardzo zagadkowe i nie bardzo dawało się wyprowadzić z australopitekopodobnych „*Homo habilis*"[4]. Pojemność mózgu stosunkowo niewielka (ok. 420 cm^3), twarz mało prognatyczna, szczęki i zęby delikatne — gdyby były izolowanym znaleziskiem, przypisano by je *Homo erectus*. Jeśli przyjąć, że zmniejszenie i gracylizacja uzębienia wiązały się ze zmianą diety na mięsną i regularnym używaniem (oraz wytwarzaniem) narzędzi, należałoby uznać *A. sediba* za pierwszego *Homo*, niezależnie od małej pojemności mózgu (identycznej, nawiasem mówiąc, z wielkością mózgu żyjącego dwa miliony lat później i też wytwarzającego narzędzia hobbita!)[5]. Wprawdzie w Malapa nie znaleziono żadnych narzędzi kamiennych, ale znane są one z równowiekowych osadów w pobliskich jaskiniach, więc możliwe, że używał ich także *A. sediba*, zwłaszcza że szkielety nie znajdowały się na

pierwotnym złożu i do osadów jaskiniowych zostały przetransportowane z zewnątrz.

* * *

Chcąc wskazać wspólną cechę omówionych wyżej przykładów, należałoby stwierdzić, że jest nią niepewność. Nie wiemy, jak znaleziska te wtłoczyć w ramy przyjętego modelu ewolucji człowieka, bo cechy zaawansowane i prymitywne pojawiają się w różnym czasie, w różnych liniach i środowiskach oraz na różnych obszarach, więc trudno ustalić, która z tych linii była „najbardziej ludzka" i jak taką linię powinniśmy wydzielać. Znacznie prościej byłoby przyjąć, że były to bezkierunkowe i efemeryczne „próby uczłowieczenia", a raczej, że *ex post* tak to może wyglądać — ani sahelantrop, ani Ardi, ani keniantrop, ani *A. sediba* nie „planowały" przecież zrywać z dotychczasowym życiem i znanym środowiskiem, bo każdy gatunek żyje zawsze „tu i teraz", a nie ewoluuje z nadzieją na przyszły awans w postaci przyjęcia do klubu „prawdziwych ludzi". Poza tym wszystkie te gatunki najwyraźniej pozostawały wciąż w mieszanym, leśno-sawannowym środowisku, jakby nie mogąc się zdecydować na ostateczne zerwanie z dawnym trybem życia. Jedynym wyjątkiem są owe tajemnicze tropy z Laetoli, wskazujące już na istoty w pełni dwunożne i zadomowione wśród sawannowej fauny, tyle że ten akurat trop (dosłownie) jest najbardziej zagadkowy: nie wiemy, kto go pozostawił i co w tym miejscu robił. Jego „autor" pozostaje dla nas bezcielesny i pewnie dlatego cieszy się taką atencją kreacjonistów.

Nie tylko Afryka

Przez kilka milionów lat eksperymentów z dwunożnością i „uczłowieczeniem", jakie obserwujemy pod koniec trzeciorzędu, Afryka nie była jedynym kontynentem, gdzie można było podejmować takie próby, gdyż również na innych lądach Starego Świata, a więc w Azji i Europie, oziębienie powodowało okresowe kurczenie się lasów, a wielkie bezogoniaste małpy (hominoidy) żyły także tam i musiały sprostać podobnym wyzwaniom. Jak na nie odpowiadały?

Pamiętamy historię z ramapitekiem, przez całe dziesięciolecia uznawanym za najwcześniejszego hominida, gdyż jego różne cechy, a w szczególności stosunkowo małe zęby o względnie grubym szkliwie, wskazywały, że nie był zwierzęciem leśnym i nie był owocożerny. Również kontekst środowiskowy znalezisk, a więc rodzaj osadów i charakter fauny towarzyszącej, sugerował, że gatunek ten żył na otwartych terenach i żywił się twardszym pożywieniem, być może nawet z domieszką mięsa. Nie wiadomo, czy był dwunożny i czy używał narzędzi, choć skrócone kły mogły wskazywać, że do odstraszania, a może i walki musiał używać czegoś innego. Jakkolwiek nigdy definitywnie nie rozstrzygnięto tych wątpliwości, kariera ramapiteka jako wczesnego hominida legła w gruzach w wyniku dwóch niezależnych odkryć: określenia wieku rozejścia się linii szympansa i człowieka na około pięciu milionów lat temu (co wykluczało z grona potencjalnych hominidów formy żyjące wcześniej, a wiek szczątków ramapiteka zawierał się w przedziale dziesięciu do piętnastu milionów lat) oraz ustalenia, że ramapitek i podobne do niego, choć większe formy zwane siwapitekami, to przedstawiciele jednego, silnie dymorficznego rodzaju („ramapitek” byłby więc po prostu samicą siwapiteka), a same siwapiteki w budowie czaszki wykazują ewidentne powinowactwa z orangutanami, więc jedne i drugie należałoby umieścić na linii prowadzącej do *Pongo*, a nie do *Homo*[6].

Ta historia wzlotu i upadku ramapiteka jest interesująca z wielu powodów. Ukazuje ona na przykład, jak bardzo antropocentryczna jest nauka, a antropologia w szczególności — zainteresowanie jakąś formą trwa tak długo, póki umieścić ją można na linii prowadzącej do współczesnego człowieka, najlepiej jako najstarszego jej przedstawiciela (to stąd kariery Ardi — pierwszego hominida, Lucy — „pramatki ludzkości” i mitochondrialnej Ewy — „najstarszej kobiety świata”). Gdy okazuje się jednak, że ten prapraprapraprzodek wcale nie jest nasz, a co gorsza, że jego takson nigdy w ogóle nie istniał, uwaga specjalistów i mediów przenosi się w inne rejony i na inne znaleziska, tak jakby jego *cechy* przestały istnieć wraz z utraconym miejscem na drzewie rodowym człowieka i taksonomiczną odrębnością. A przecież niezależnie od związków z człowiekiem przypadek „ramapiteka” jest ciekawy co najmniej z trzech powodów. Na tym przykładzie widać bowiem, że, po pierwsze, „zejścia z drzew” zdarzały się w różnych liniach małp człekokształtnych, nie tylko w naszej, po drugie, zdarzały się nie tylko w Afryce, ale i poza nią, a po trzecie wreszcie, co najciekawsze, możliwe

były także wtórne powroty na drzewa: jeżeli orangutan naprawdę pochodzi od naziemnych małp typu siwapiteków, to taki wniosek jest jak najbardziej uprawniony. Jeśli to rozumowanie jest prawidłowe, prowadzi do iście sensacyjnych wniosków, niezależnie od tego, czy ramapitek/siwapitek miał, czy nie miał z naszą historią cokolwiek wspólnego. Przecież coś podobnego mogło zdarzyć się i w naszej linii i — jak się wkrótce przekonamy — niewykluczone, że rzeczywiście się zdarzyło!

Czy poza nieszczęsnym ramapitekiem są jeszcze inne przykłady takiego wczesnego eksperymentowania ze schodzeniem z drzew i dwunożnością wśród pozaafrykańskich hominidów? Wiele wskazuje, że tak. I to nie tylko w Azji, ale i w Europie.

Zacznijmy od Azji, a w szczególności od Chin, gdzie takich znalezisk jest najwięcej. Na południu tego kraju, podobnie jak w północnym Wietnamie, wznoszą się niezbyt wysokie wapienne wzgórza o fantastycznych kształtach, wyglądające jak głowy cukru — to największa na świecie kraina krasowych jaskiń. W wielu z nich znaleziono szczątki kostne, w tym także kości ludzi i innych hominidów, a wśród nich m.in. ogromne zęby tajemniczego gigantopiteka, wielkiej małpy człekokształtnej, która przeżyła na tych terenach dziesięć milionów lat i wymarła być może dopiero po przybyciu tam człowieka — *Homo erectus* lub nawet *Homo sapiens*. W krasowych jaskiniach w prowincji Yunnan odkopano dość liczne szczątki innej tajemniczej małpy zwanej *Lufengpithecus*. Nazwa brzmi egzotycznie (zwłaszcza dla europejskiego ucha) i mało kto ją słyszał, ale jest to istota znana od ponad czterdziestu lat, w dodatku przez pewien czas uważana za jednego z najwcześniejszych hominidów. Lufengpitek został opisany w latach 70. ubiegłego wieku. Znany był początkowo głównie z zębów — małych, o słabo wystających kłach i grubym szkliwie, bardzo przypominających zęby afrykańskich australopiteków, a także „ramapiteka”, z którym był początkowo utożsamiany. Żył w okresie między 8,2 a 6,2 miliona lat temu i, sądząc z uzębienia, mógł być mieszkańcem otwartych terenów. Nie było jednak żadnych wskazówek co do jego postawy ciała. Zmieniło się to dopiero niedawno za sprawą nowych znalezisk, w tym dobrze zachowanej czaszki dorosłego osobnika (okaz PA 644) i małego, trzyletniego dziecka z rejonu Motylich Wzgórz w Chinach. W roku 2008 ukazała się duża monografia jego szczątków, w tym dokładny opis czaszki PA 644, w której zachowały się kości podstawy (*basicranium*), można więc było określić położenie otworu

wielkiego, co jest najlepszym wskaźnikiem ewentualnej dwunożności. Okazało się, że zarówno jego kształt (kolisty jak u *Homo*, a nie eliptyczny jak u szympansa), jak i centralne, a nie tylne położenie, wskazują na wielkie podobieństwo do hominidów, tak wielkie, że jak pisze amerykański antropolog Dennis Etler, specjalizujący się w paleoantropologii Chin, gdyby czaszkę znaleziono w Afryce, lufengpiteka bez wahania uznano by za wczesnego hominida. Z kolei młodociany okaz był łudząco podobny do analogicznych znalezisk młodocianych australopiteków — dziecka z Taung (*A. africanus*) i dziewczynki z Dikika (*A. afarensis*). Wiek i geograficzna lokalizacja tych szczątków powstrzymują przed zaliczeniem lufengpiteka do hominidów[7], nic nie stoi jednak na przeszkodzie, by widzieć w nim azjatycki odpowiednik sahelantropa lub orrorina, czyli istotę, która — dosłownie — poczyniła pierwsze kroki w kierunku uczłowieczenia, ale się na tej drodze dalej nie posunęła (o ile nie „zawróciła", stając się przodkiem orangutana). A takich hominidopodobnych, choć nienależących do naszej linii szczątków jest w Chinach i Wietnamie więcej. Przypisywano je do różnych taksonów, a dziś wszystkie uważa się za przedstawicieli kladu orangutana (a więc „pongidów"), co może wskazywać, że i te nadrzewne małpy miały wśród przodków różne formy eksperymentujące z naziemnością. Cytowany wyżej Etler tak pisze na ten temat: „Można nawet mówić o radiacji adaptatywnej takich pongidowych «hominidów», co wyjaśniałoby obecność podobnych do ludzkich szczątków z terenów Azji Południowej. Oczywiście także gigantopiteki znalazłyby swoje miejsce w takim scenariuszu, jako azjatyckie odpowiedniki masywnych australopiteków".

Pongidowe hominidy? Pongidowe australopiteki? A może pongidowi ludzie? W Azji taka alternatywna ewolucja (lub alternatywna antropogeneza) najwyraźniej się zaczęła — Osborn byłby zachwycony. A w Europie?

Ten kontynent był znacznie bardziej zalesiony, a w miocenie, w okresie między mniej więcej piętnastoma a sześcioma milionami lat temu, żyło tu wiele nadrzewnych małp człekokształtnych, kiedyś łącznie określanych mianem driopiteków. Były wśród nich i takie formy jak *Ouranopithecus* sprzed ośmiu do sześciu milionów lat, któremu ze względu na podobieństwo uzębienia i niektórych szczegółów szkieletu pozaczaszkowego przypisywano związki z afrykańskimi australopitekami, a nawet przydzielano miejsce na drzewie rodowym człowieka. I choć tak jak w przypadku kladu orangutana są to najprawdopodobniej podobieństwa wynikające z konwer-

gencji, a nie z pokrewieństwa, mogą one wskazywać, że i na naszym kontynencie były podejmowane takie alternatywne próby niehominidowej „hominizacji”. Najbardziej znany i najciekawszy jest przypadek zagadkowej „błotnej małpy” z Toskanii — oreopiteka. Przyjrzyjmy mu się bliżej.

Ciasteczkowy potwór z Toskanii

Tereny dzisiejszej Toskanii, gdzie znaleziono najliczniejsze szczątki tego stworzenia, w drugiej połowie trzeciorzędu stanowiły rozległą wyspę, jedną z wielu leżących na oceanie Tetydy, oddzielającym wówczas Afrykę od Europy i wstrząsanym ruchami tektonicznymi, które doprowadziły do wypiętrzenia łańcuchów alpejskich na naszym kontynencie. Klimat był ciepły i wilgotny, wyspy porośnięte były lasami, a w bagiennych obniżeniach gromadziły się wielkie ilości materii organicznej, z której powstały złoża węgla brunatnego. To właśnie w jednej z kopalń odkrywkowych w basenie Bacinello we Włoszech odkryto (już w końcu XIX wieku) najwięcej szczątków, w tym niemal kompletny szkielet opisany w latach 50. XX w. przez szwajcarskiego paleontologa Johannesa Hürzelera, który uznał tę małpę za prawdziwego, choć wczesnego przodka człowieka i zaliczył ją do rodziny hominidów. Dziś znamy już kilkanaście świetnie zachowanych szkieletów i setki fragmentów kości oreopiteka, dzięki którym jest to jedna z najlepiej rozpracowanych paleontologicznie małp świata.

Ze względu na charakter środowiska, w jakim powstawały złoża węgla brunatnego, oreopitek nazywany bywa błotną małpą, a wśród paleontologów znany jest pod pieszczotliwą nazwą Cookie Monster, czyli „ciasteczkowy potwór,”. Ta drobna (niecały metr wysokości, waga około trzydziestu kilogramów) i delikatnie zbudowana bezogoniasta małpa była podobna do gibonów i pewnie żyła jak one — bardzo długie ręce i krótkie nogi wskazują, że zręcznie przemieszczała się (stosując brachiacyjny, czyli zwisowy sposób lokomocji) między gałęziami, ale skrócona i rozszerzona budowa miednicy, esowate (lędźwiowe) zakrzywienie kręgosłupa i przypominająca późne hominidy głowa o zredukowanych szczękach, nikłym prognatyzmie i drobnych zębach bez wystających kłów sugerują, że po ziemi mogła poruszać się na dwóch nogach. Stąd zresztą pojawiają się opinie, że mogła być bliska hominidom lub wręcz do nich należeć. Większość badaczy sądzi jed-

nak, że jej niezwykłe podobieństwo do człowiekowatych jest wynikiem konwergencji, a nie pokrewieństwa.

Przed dziesięcioma milionami lat Toskania wraz z Sardynią tworzyły dużą wyspę na oceanie Tetydy i być może to właśnie ten wyspowy charakter środowiska oreopiteków pozwolił im na eksperyment z chodzeniem na dwóch nogach — na wyspach często brak dużych drapieżników, a te z pewnością nie pozwoliłyby na tak ryzykowane zachowania. Gdy niedługo potem ruchy tektoniczne doprowadziły do połączenia wyspy sardo-toskańskiej z resztą kontynentu europejskiego, pojawiły się nowe zagrożenia, które położyły kres owemu krótkotrwałemu eksperymentowi z dwunożnością, zapoczątkowanemu wiele milionów lat przed tym jak najstarszy z hominidów zrobił swój pierwszy krok na dwóch nogach. Można się tylko domyślać, ile jeszcze dawnych wysp tetydzkich zamieszkiwały takie bezogoniaste parahominidy, jak ich eksperymenty z dwunożnością przebiegały oraz jak daleko na tej drodze się posunęły. Jedno wydaje się pewne — niełatwo było zostać wyprostowanym dwunogiem, jeszcze trudniej wytrwać w tej pozycji przez miliony lat. Nam i tylko nam to się udało i musiał za tym stać splot nadzwyczajnych i rzadkich okoliczności ewolucyjnych. Ale najwyraźniej „próbowali” i inni.

Czas teraz przyjrzeć się i odwrotnym próbom: jeśli hominidy to jedyna z wczesnych nadrzewno-naziemnych grup naczelnych, której udało się nie tylko „zejście z drzew” (bo to, jak widzieliśmy, udawało się i innym), ale także zrobienie następnego kroku i całkowite zerwanie z nadrzewnym środowiskiem, to można sobie wyobrazić i sytuacje odwrotne, czyli powrót do nadrzewnego stylu życia. Jeśli bowiem podbój sawanny przez zwierzęta pierwotnie leśne uznajemy za wyczyn skrajnie trudny, to droga w przeciwną stronę wydaje się ekologicznie i anatomicznie banalna. Hominidy i formy hominidopodobne nie zrywały przecież do końca z lasem ani ze środowiskiem nadrzewnym, nic nie stało zatem na przeszkodzie, by w sprzyjających warunkach powrócić tam, gdzie żyli ich niezbyt odlegli przodkowie.

Dziwna rzecz, ale bardzo rzadko można spotkać się w literaturze z takimi sugestiami, tak jakby droga „ku człowiekowi” była zupełnie oczywista i naturalna, a kierunek odwrotny z góry wykluczony. Przypomnijmy sobie słynną ikonę antropologii, czyli „korowód hominidów” — czy nie jest to wyraz tego głęboko w nas tkwiącego przekonania o nieuchronności hominizacji? Człowiek jest wszak ukoronowaniem ewolucji — czy jakikolwiek gatunek

zdecydowałby się działać na przekór tym nieubłaganym wyrokom ewolucyjnego postępu? A jednak… Jeżeli rozwijana tutaj teza, że na pograniczu lasu i sawanny żyły liczne dwuśrodowiskowe grupy małp człekokształtnych, jest słuszna, to zarówno takie eksperymenty z (niepełną) dwunożnością, jak i powroty na drzewa powinny zdarzyć się w historii życia więcej niż raz. I nie jest to tylko czcze przekonanie, ale logiczny postulat wynikający z samej natury procesów ewolucyjnych — zanim jakieś, zwłaszcza trudne rozwiązanie się powiedzie, muszą być podejmowane wielotorowe i wielokierunkowe „próby", najczęściej zresztą zakończone niepowodzeniem. W przeciwnym razie musielibyśmy pogodzić się z tezą o ewolucji sterowanej, z ideą ortogenezy albo z jakąś inną odmianą „inteligentnego projektu". Tymczasem każdy „nieinteligentny projekt", zanim się powiedzie, musi przechodzić przez fazę prób i błędów, kiedy testowane są różne niedoskonałe rozwiązania i wybierane te, które najlepiej się w danych warunkach sprawdzają. I zawsze porażek musi być więcej niż zwycięstw. „Pierwszy ptak", archeopteryks, też, jak dziś wiemy, miał wielu prekursorów, a w swoich czasach (pod sam koniec okresu jurajskiego) był już zapewne swego rodzaju anachronizmem, gdyż — co pokazały oszałamiająco świetnie zachowane chińskie znaleziska „opierzonych dinozaurów" z prowincji Liaoning — w tym samym czasie występowało wiele innych form o różnym stopniu zaawansowania zdolności do lotu, a nawet gatunki wtórnie już nielotne, jak niektóre owiraptory. Były też formy eksperymentujące z fruwaniem zupełnie inaczej niż archeopteryks, np. czworoskrzydły („dwupłatowy") *Microraptor gui*, który do lotu wykorzystywał obie pary kończyn przekształconych w skrzydła. Tak samo eksperymentowały z wychodzeniem na ląd dewońskie ryby mięśniopłetwe — nie tylko, jak widzieliśmy, w różnych liniach i w różnym czasie, ale też powracając czasem do morza, co, podobnie jak wtórną nielotność ptaków i lądowo-wodne peregrynacje żółwi, przyrównać można do postulowanego tu powrotu na drzewa hominidów i „hominidów".

Czy zatem w naszej linii rodowej takie powroty na drzewa mogły się wydarzyć? Na pozór nic na to nie wskazuje, o ile bowiem ze wszystkich wcześniejszych eksperymentów ewolucyjnych (w rodzinie orangutana) pozostał dziś przy życiu tylko jeden, ściśle nadrzewny gatunek, to w rodzinie hominidów mamy sytuację odwrotną: jedyny jej dzisiejszy przedstawiciel, czyli my, już dawno zerwał z leśnym środowiskiem, a o wcześniejszym przywią-

zaniu do życia wśród drzew świadczą tylko „wspomnienia”, takie jak nasze chwytne ręce czy skierowane do przodu, stereoskopowo widzące oczy. Poza nami nie ma nikogo.

Czy można ocenić prawdopodobieństwo czegoś, co się nie wydarzyło? Otóż można, wystarczy tylko w zupełnie nowy sposób spojrzeć na szympansy i goryle. Od czasu, gdy dowiedzieliśmy się o ich nadzwyczajnym genetycznym podobieństwie do człowieka i gdy dostrzegliśmy w nich nie tylko niezwykle bliskich krewnych (człowiek jako „trzeci szympans”), ale też istoty, które odbyły równie jak my daleką ewolucyjną drogę od wspólnych przodków, takich jak Ardi, można się zastanawiać, co właściwie się działo z tymi, którzy na tej drodze do dzisiejszych szympansów i goryli występowali. Gdzie są ich szczątki? Jak wyglądali? Co się z nimi stało? Zauważmy — dziś na terenie zajmowanym kiedyś przez australopiteki żyją dwa gatunki małp człekokształtnych: szympansy i goryle. Te pierwsze są znacznie bardziej gracylne, drugie — masywne; żadne nie chodzą stale na dwóch nogach, ale jedne i drugie potrafią to robić. W tym sensie nie są tak bardzo odmienne od australopiteków, genetycznie zaś prawie się od nich nie różnią. Skąd wiemy, że australopiteki na pewno wymarły bezpotomnie i kim byli przodkowie dzisiejszych małp człekokształtnych w Afryce? Nad takimi właśnie pytaniami zastanawiali się dwaj brytyjscy naukowcy, John Gribbin i Jeremy Cherfas, autorzy niezwykłej hipotezy, wedle której współczesne szympansy i goryle są … żyjącymi potomkami dawnych australopiteków. Tę obrazoburczą koncepcję wyłożyli po raz pierwszy w wydanej w roku 1982 książce *The Monkey Puzzle* (Zagadka małp) i ponownie w dwadzieścia lat później w jej przerobionej i uwzględniającej najnowsze odkrycia wersji zatytułowanej *The First Chimpanzee* (Pierwszy szympans). Krótkie podsumowanie swych tez Gribbin i Cherfas przedstawili w magazynie „New Scientist” w artykule pod wymownym tytułem *Descent of a Man or Ascent of an Ape?*[8]. Zamiast opisywać ich wywody posłużę się dłuższym cytatem z *Pierwszego szympansa*, który stanowi najlepsze ich streszczenie:

> To tajemnica, którą doceniliby miłośnicy Sherlocka Holmesa. Z jednej strony mamy dwa spokrewnione gatunki [australopiteki gracylne i robustne — MR] — niczym mniejszą i większą wariację na ten sam temat — które oddzieliły się od wspólnego z nami przodka ok. czterech milionów lat temu. Oba odżywiały się owocami, a ich zapis kopalny urywa się przed milionem lat. Z drugiej strony mamy dwie owłosione małpy człekokształtne — małą i dużą — żyjące dziś w Afryce, blisko spokrewnione

> z człowiekiem, od którego linii oddzieliły się też cztery miliony lat temu. Obie są owocożerne i obie, według zgodnej oceny paleontologów, pozbawione są jakichkolwiek przodków w zapisie kopalnym. Mamy więc dwa żyjące gatunki bez znanych przodków i dwa gatunki kopalne bez znanych potomków. Wszystkie oddzieliły się od linii ludzkiej w mniej więcej tym samym momencie i wszystkie odżywiały (lub odżywiają) się owocami. […] Jak to wyjaśniał Holmes poczciwemu dr. Watsonowi? „Gdy odrzucisz to, co niemożliwe, wszystko pozostałe, choćby najbardziej nieprawdopodobne, musi być prawdą".

Tym nieprawdopodobnym rozwiązaniem jest oczywiście teza, że dzisiejsze szympansy i goryle są „żyjącymi australopitekami", potomkami ich (odpowiednio) gracylnych i robustnych wariantów! Choć to może wydać się dziwne, pogląd ten nigdy nie doczekał się poważnej dyskusji. Nigdzie w literaturze nie spotkałem się nawet z krytyką tej koncepcji, a przecież właściwie nie ma w niej nic, co by ją z góry dyskwalifikowało — może poza owym głębokim przekonaniem, że to nie może być prawda. Tylko Richard Dawkins w *Ancestor's Tale*, roztrząsając problem dwunożności w świetle nowych informacji na temat sposobu lokomocji wczesnych hominidów, pisze, że tezy Gribbina i Cherfasa są „zadziwiająco dobrze wyłożone". Też jestem tego zdania.

Zdaniem Gribbina i Cherfasa mechanizmem umożliwiającym hominidom „wybór" między drogą „ku człowiekowi" a drogą „ku małpie" jest neotenia. Człowiek, zgodnie z popularnym dziś przekonaniem, jest „neoteniczną małpą", to znaczy zachował wiele cech anatomicznych, behawioralnych i psychicznych właściwych nie dorosłym, a młodocianym przedstawicielom swych przodków. Jest więc w pewnym sensie małpą, która zatrzymała się w rozwoju. To mogłoby tłumaczyć takie nasze cechy jak bezwłosa skóra[9], ogólna gracylizacja budowy, duży mózg, a wreszcie utrzymujące się właściwie przez całe życie ciekawość oraz skłonność do zabawy i nauki — wszystko to są cechy, które u małp występują tylko w okresie dziecięcym i młodzieńczym. Zatrzymanie w rozwoju wymaga bardzo niewielkich modyfikacji genetycznych, co wyjaśniałoby tak wielkie podobieństwo naszych i małpich genów przy tak ogromnych różnicach fenotypowych. Jest to więc mechanizm atrakcyjny logicznie i dający łatwo się „przełączać" w obie strony.

Jedno tylko w tym wszystkim jest bardzo zagadkowe — jak „dziecinna" małpa zdołała skolonizować tak trudne i groźne środowisko, jakim była

afrykańska sawanna? Musiało się to przecież wiązać z ogromnym ryzykiem, gdyż wkraczaliśmy na tereny, na których od milionów lat odbywał się morderczy wyścig zbrojeń między roślinożercami i drapieżnikami, a w efekcie tego wyścigu powstały najgroźniejsze drapieżniki, jakie kiedykolwiek istniały, jak choćby zdolne do rozwijania prędkości ponad osiemdziesięciu kilometrów na godzinę gepardy, polujące w skoordynowanych grupach łowieckich lwy czy najstraszniejsze ze wszystkich tygrysy szablozębne, specjalizujące się zapewne w polowaniach na słonie. Dla tych wszystkich drapieżników pierwsze hominidy musiały być miłym urozmaiceniem diety, a pojawienie się małego, dwunożnego, nagiego prymata — o wyglądzie dziecka i o kruchym, dziecięcym mięsie, a do tego bez grubego futra, które trzeba by wypluwać lub trawić — musiało wywołać wśród sawannowych drapieżników radosne poruszenie.

Patrząc z tej perspektywy, musimy przyznać, że zejście na sawannę było dla pierwotnie leśnego stworzenia wyczynem niebywałym, fakt zaś, że zrobiło to praktycznie bez żadnego uzbrojenia, ba, pozbywszy się tego, które wcześniej posiadało, a wreszcie że nie tylko mu się to udało, ale nawet z czasem samo stało się najbardziej ekspansywnym gatunkiem na świecie i dziś to ono zagraża całej biosferze, jest czymś zupełnie zdumiewającym. W kolejnych rozdziałach tej książki będziemy starali się zgłębić choć część tajemnic otaczających te wydarzenia.

[1] Tak — warto pamiętać, że masywne wały brwiowe to nie jest cecha, która w naszej linii progresywnie zanikała. Przeciwnie, pojawiała się parokrotnie u różnych gatunków i to nawet dość późno — *vide* neandertalczyk.

[2] Okaz Ardi opisany został jako samica, głównie na podstawie słabo wykształconych kłów. Poza Ardi znaleziono też fragmentaryczne szczątki innych przedstawicieli tego samego gatunku, w tym również kły.

[3] Są one tak podobne do naszych, że dały kreacjonistom pretekst do twierdzenia, iż pozostawiły je istoty takie same jak my, co miałoby podważać teorię ewolucji.

[4] Ten cudzysłów wynika stąd, że takson *Homo habilis* może być sztuczny. W każdym razie część specjalistów posługuje się raczej nazwą gatunkową *Homo rudolfiensis*.

[5] Tak uważa np. Donald Johanson, odkrywca Lucy, który sugeruje, że szczątki z Malapa powinny zostać przemianowane na *Homo sediba*.

[6] To wyjaśnia, dlaczego orangutan mimo swego ściśle leśnego środowiska życia ma bardzo „hominidowe” zęby o grubym szkliwie — byłaby to pamiątka po przodkach żyjących na otwartych przestrzeniach.

[7] Choć nie wszystkich. Znany amerykański paleoantropolog Jeffrey Schwartz opublikował głośną książkę *Red Ape: Orangutans and Human Origins*, w której głosi tezę, że naszym najbliższym kuzynem jest orangutan, a nie szympans, a rozliczne podobieństwa anatomiczne i behawioralne orangutanów i ludzi, znane skądinąd od dawna, nie wynikają z konwergencji, jak się powszechnie uważa, ale są świadectwem prawdziwych związków ewolucyjnych. Te bardzo kontrowersyjne tezy nie znajdują uznania u większości antropologów i stoją w sprzeczności z danymi genetycznymi, bez wątpienia jednak Schwartzowi udało się zwrócić uwagę na autentyczny problem, jakim jest paralelizm ewolucji „ku człowiekowi” wśród wielu grup wielkich małp Starego Świata.

[8] Zarówno tytuły obu książek, jak i artykułu, odwołują się do gry słów lub skojarzeń, które dla polskiego czytelnika mogą nie być czytelne. „Monkey puzzle” to angielska nazwa araukarii, szpilkowego drzewa z Ameryki Południowej, o tak ostrych i skierowanych ku górze igłach, że wspinające się na nie małpy stają przed nie lada wyzwaniem („monkey puzzle” znaczy dosłownie „małpia zagadka” lub „małpie wyzwanie”). Z kolei tytułowy „Pierwszy szympans” nawiązuje do znanej książki Jareda Diamonda *Trzeci szympans*, której autor zaszokował czytelników tezą, że ze względu na podobieństwa między nami a szympansami powinniśmy być uznani za jeszcze jeden, choć odmienny, gatunek szympansa. „Pierwszy szympans” ma zadziwić jeszcze bardziej — to nie my pochodzimy od „szympansa”, ale „szympans” od „człowieka”, gdyż nasz wspólny przodek przypominał bardziej ludzi niż małpy. Natomiast przeciwstawienie „descent–ascent” odwołuje się do dwuznaczności angielskiego słowa *descent*, które znaczy zarówno „pochodzenie”, jak

i „schodzenie”. W klasycznej wersji człowiek „pochodził” od ma małpy, „schodząc” zarazem z drzewa. Dziś wydaje się coraz bardziej, że człowiek nie musiał znikąd schodzić, bo nasz wspólny z szympansem przodek był już naziemny, za to może dwunożna małpa „wchodziła” w swych dziejach (ponownie) na drzewa.

[9] Wszystkie noworodki ssaków mają bardzo słabe owłosienie i u małp jest podobnie. Nasze włosy płodowe — lanugo — mogą być wspomnieniem małpiego futra, ale to nie jest pewne, mogą też być przystosowaniem do określonego etapu rozwoju osobniczego. Tak czy inaczej naga skóra u ludzi jest cechą neoteniczną.

Rozdział ósmy

Błędy i wypaczenia w ewolucji człowieka

Bardziej mnie obchodzi Drosera *(rosiczka) niż powstanie wszystkich gatunków na świecie.*

Karol Darwin, 1860

Gdyby ktoś zapytał, jaka jest najważniejsza cecha procesów ewolucyjnych, odpowiedziałbym bez wahania: pamięć przeszłości. Każdy organizm jest przystosowany do warunków, w jakich żyje, ale nosi też w sobie pamięć warunków, w jakich żyli jego przodkowie. I nie może być inaczej, bo pochodzenie wiąże się nieodłącznie z dziedziczeniem — po rodzicach, po gatunkach, z których powstaliśmy, po współprzodkach, po wszystkich, którzy żyli przed nami i którzy przyczynili się do naszego powstania. Nowe narządy powstają na podłożu starych, a nie *de novo*, bo ewolucja to przekształcanie tego, co istnieje, a nie „wymyślanie" czegoś, co mogłoby się przydać. Skrzydła kręgowców powstały z kończyn przednich, a nie wyrosły z pleców, jak u aniołów. I nigdy nie wyrosną, niestety (choć mogłoby to być bardzo korzystne).

Dotyczy to oczywiście nie tylko budowy, ale także zachowań, fizjologii i ogólnie wszystkiego, co powstało w toku ewolucji i podlegało dziedziczeniu. Gdy podczas nieprzyjemnej wizyty w gabinecie szefa szybciej bije nam serce, pocą się dłonie, a na policzkach wykwita rumieniec, to żaden z tych

objawów nie ma bezpośredniego związku z kierowanymi do nas pretensjami, ale są to dość stereotypowe reakcje na bodźce występujące często w naszej (ewolucyjnej) przeszłości. W dodatku — na różne bodźce i z różnych okresów naszych dziejów. Bicie serca i rumieniec to efekt uruchomienia reakcji „walcz lub uciekaj” — krótkotrwałej mobilizacji organizmu w odpowiedzi na nagłe zagrożenie, np. widok drapieżnika. Pocenie się dłoni u naczelnych to przygotowanie do szybkiej ewakuacji na drzewo (dzięki temu dłonie zyskują lepszą przyczepność), co niejednej małpie w dziejach uratowało życie. Takie reakcje w przeszłości dobrze się sprawdzały, więc zostały zapisane w genach i uruchamiają się automatycznie, tylko że dziś bywają kłopotliwe — na przykład niepotrzebnie zdradzają nasze emocje w sytuacji, kiedy ani walka, ani ucieczka (zwłaszcza na drzewo) nie są dobrymi rozwiązaniami. Cóż, tygrysy były dla naszych przodków stałym zagrożeniem przez miliony lat, a szefowie są od bardzo niedawna i dobór naturalny nie zdążył wypracować właściwych odpowiedzi na takie nietypowe (z ewolucyjnego punktu widzenia) niebezpieczeństwa[1].

Na wyspie Mauritius rośnie gatunek małych drzew z rodziny sączyńcowatych o ogromnych, mięsistych owocach, podobnych do brzoskwini. Choć naukowa nazwa tych roślin to *Calvaria maior*, w użyciu jest zupełnie inna: drzewko dodo (*dodo tree*). Dodo z kolei to nazwa wielkiego nielotnego gołębia, gatunku endemicznego dla wyspy Mauritius i znanego głównie z tego, że został doszczętnie wytępiony przez europejskich żeglarzy. Przodkowie dodo dostali się na tę wyspę z kontynentu azjatyckiego i początkowo mieli wszystko, czego potrzeba ptakom do obrony przed drapieżnikami — w tym zdolność do lotu i uczucie strachu. Na wyspie jednak nie było drapieżników i z czasem obie te cechy zanikły, więc gdy pod koniec XVI wieku pojawili się tam Holendrzy, napotkali ogromne stada ociężałych i całkowicie ufnych ptaków, które na widok człowieka nie próbowały nawet uciekać. Dodatkowym źródłem kłopotów dodo było ich wyborne mięso, co w połączeniu z problemami zaopatrzeniowymi żeglarzy (w tych czasach nie znano jeszcze konserw) musiało oznaczać jedno: masakrę. Ostatni dodo padł w roku 1681, zaledwie osiemdziesiąt lat po odkryciu wyspy[2]. Dziś te ptaki są symbolem zaginionego świata („wymarły jak dodo”) i znane są tylko z nielicznych subfosylnych (na wpół skamieniałych) znalezisk, kilku wypchanych okazów i wypreparowanych skórek, przechowywanych w muzeach, a także paru wizerunków na obrazach holenderskich artystów.

Casus dodo jest pouczający z kilku powodów. Po pierwsze pokazuje wyraźnie, że nieprzydatne narządy lub zachowania z czasem zanikają, ale „pamięć” o nich zawsze pozostaje — dodo miały skrzydła, tyle że niezdolne do uniesienia w powietrze tych ciężkich ptaków. Po drugie, że gdy warunki ulegną gwałtownej zmianie (nagłe pojawienie się groźnych drapieżników — żeglarzy), dobór może nie zdążyć z wprowadzeniem odpowiednich modyfikacji, a wtedy to, co było adaptacją, staje się obciążeniem. Po trzecie wreszcie, że gatunki nigdy nie żyją w pełnej izolacji od innych i ich los wpływa na te, które od nich zależały, w tym przypadku na los drzewka kalwarii. Otóż ogromne owoce tych skromnych drzew to pamiątka po wymarłych dodo, które się nimi żywiły. Owoce były wielkie nie po to, by się przed dodo bronić, ale by im dostarczyć jak najwięcej pożywienia (owoce, inaczej od pozostałych części roślin, „chcą” być zjadane, bo w ten sposób roślina rozsiewa swoje nasiona). W toku wspólnej ewolucji (koewolucji) tych dwóch gatunków dodo stawały się coraz większe i coraz większe też stawały się ich przysmaki — owoce drzewa *Calvaria maior*. Ale, co ważniejsze, ich nasiona były też coraz głębiej schowane w miąższu, tak że aby wykiełkować, musiały najpierw przejść przez przewód pokarmowy ptaka, na co zresztą wszystkie owoce są przygotowane (dzięki temu nasiono kiełkuje z dala od rośliny macierzystej, co sprzyja jej ekspansji, a zarazem, kiedy zostaje wydalone, ma gotowy zapas nawozu). Gdy zabrakło dodo, kalwarie popadły w tarapaty. Dziś na wyspie żyje jeszcze kilkanaście starych okazów tych drzew (wszystkie mają po około trzystu lat), ale młodych siewek już nie ma. Te drzewa są żywym, choć niemym wspomnieniem po czasach, które bezpowrotnie minęły, a ich przyszłość rysuje się w niewesołych barwach[3].

Takich przykładów jest wiele. Na Nowej Zelandii żyją do dziś rośliny o cechach wskazujących na obronę przed (nieistniejącymi już) ptakami moa, gigantyczne rozmiary słoni są prawdopodobnie obroną przed jakimiś groźnymi drapieżnikami, które dawno wyginęły (na myśl przychodzą tygrysy szablozębne, żyjące jeszcze przed dziesięcioma tysiącami lat)[4]. Ale, rzecz jasna, nie chodzi nam tutaj o dodo, kalwarię, tygrysy czy słonie. Chodzi o człowieka i o jego — naszą — historię, pełną radykalnych zwrotów i gwałtownych zmian, po których w naszych ciałach, zachowaniach i psychice pozostały niezatarte ślady. I chodzi nam o wyjaśnienie zagadki, jak udało nam się zawładnąć niegościnną sawanną.

Zacznijmy od anatomii. Mamy dwie ręce, dwie nogi, czaszkę na szczycie ciała oraz parę oczu skierowanych do przodu i zapewniających stereoskopowe widzenie. Te cechy — podobnie jak wszystkie inne — zawdzięczamy naszym przodkom. Cztery kończyny odziedziczyliśmy po dewońskich rybach trzonopłetwych, a dokładniej po dwóch parach ich płetw — brzusznych (przekształconych w nogi) i piersiowych (to dziś nasze ręce). Ale ryby trzonopłetwe miały nie tylko te dwie pary płetw. Były też jeszcze wyposażone w dwie nieparzyste płetwy grzbietowe i dodatkowo w jedną od spodu: odbytową. Budowa dwóch z nich (grzbietowej i odbytowej) była podobna jak płetw parzystych — miały umięśnione trzony z kostnym szkieletem w środku i promieniste zakończenia, których wiosłowaty kształt pozwalał poruszać się w toni wodnej. Z tych siedmiu płetw u pierwszych tetrapodów pozostały tylko cztery — te, które już na etapie wodnego życia pozwalały zwierzęciu kroczyć po dnie, a później tę samą funkcję udoskonaliły na lądzie. Przynajmniej teoretycznie zatem i te pozostałe mogły znaleźć się na naszym najwcześniejszym wyposażeniu, gdyby tylko wychodzące na ląd ryby w porę znalazły dla nich jakieś zastosowanie. Tak się nie stało (i nie bardzo umiemy sobie wyobrazić, jak mogło by do tego dojść) i dlatego dziś brak nam trzeciej ręki czy dodatkowej nogi (choć tego anatomicznego deficytu raczej już nie odczuwamy). Warto jednak pamiętać, że taki plan budowy nie jest wynikiem naszego przystosowania do naziemnego życia, ale pamiątką „wyborów” naszych bardzo odległych w czasie (w tym przypadku — sprzed czterystu milionów lat) wodnych przodków.

Podobnie jest z parą oczu. To pamiątka jeszcze starsza, bo aż z kambru, i też trudno w tym przypadku mówić o brakach lub błędach anatomii, choć dodatkowa para (lub przynajmniej jedno oko) z pewnością nieraz by się przydała. A i to było teoretycznie możliwe — znamy ryby, u których oczy uległy niejako rozdwojeniu (tzn. połówka każdego z nich wykształciła osobną soczewkę, tak by ryba mogła patrzeć jednocześnie w górę i w dół) i znamy też takie — płastugi — u których jedno z oczu dokonało migracji na drugą stronę ciała. Teoretycznie więc, choć w naszej konkretnej historii znów trudno to sobie wyobrazić, nasz przodek mógł zostać zaopatrzony nie w jedną, ale w dwie pary oczu (lub stać się trójoczny[5]) i te dodatkowe narządy wzroku mogły przemieścić się w inne niż pierwotnie regiony. Czy coś by nam to dało, trudno powiedzieć, choć bez wątpienia sprawne oko z tyłu bardzo mogłoby się przydać każdemu, kto musi przejść iść po ciemku

przez niebezpieczną dzielnicę (albo niebezpieczną dżunglę) i słyszy za sobą podejrzany szmer…

Dziś nasze oczy skierowane są tylko do przodu, ale warto pamiętać, że w historii naszej linii rodowej bywało różnie — u wczesnych tetrapodów oczy były umiejscowione na szczycie czaszki (i patrzyły do góry), bo u tych przydennych zwierząt czaszki były silnie spłaszczone, a zagrożenie czyhało głównie z góry, z toni wodnej. W dalszej ewolucji u pierwszych form lądowych oczy powędrowały na boki, więc widzieliśmy wprawdzie głównie w dwóch wymiarach (obrazy z obojga oczu pokrywały się w bardzo niewielkim stopniu), ale za to znacznie większy fragment otoczenia. Dopiero u małp nadrzewnych oczy znów dokonały migracji — tym razem do przodu — i ich pola widzenia nałożyły się, dzięki czemu zobaczyliśmy świat w 3D. Świat zyskał więc głębię, ale za to skurczył się ten jego wycinek, który możemy obserwować, nie ruszając głową. Taki układ odziedziczyliśmy po nadrzewnych przodkach, którym stereoskopia potrzebna była do precyzyjnej oceny odległości, by skoki między gałęziami nie kończyły się tragicznie. Dziś już rzadko zdarza nam się skakać z gałęzi na gałąź, ale sposób patrzenia na świat pozostał i pod tym względem jesteśmy wyjątkiem wśród naziemnych zwierząt (klapki na oczach koni pociągowych mają sprawić, by widziały to samo, co kierujący nimi człowiek). Trudno stwierdzić, czy to na pewno najlepszy sposób oglądania rzeczywistości na płaskiej powierzchni, ale nie wiadomo też, czy jakikolwiek inny byłby lepszy. Pewne jest jedno — choć omawiane dotąd cechy nie powodują jakichś ewidentnych i dotkliwych kłopotów, nie są to też rozwiązania optymalne. To po prostu utrwalone historyczne zaszłości, ewolucyjne incydenty wywodzące się z różnych czasów i pamiętające różne środowiska. Nie są adaptacjami, są wspomnieniami. I z pewnością mogłyby być lepsze, gdyby od początku były zaprojektowane.

Na pewno też byłoby lepiej, by wszystkie, a przynajmniej najważniejsze organy występowały parami, tak jak to jest z oczami, nerkami czy płucami, gdyż w takiej sytuacji uszkodzenie jednego z nich nie oznacza jeszcze wyroku śmierci. Ale serce mamy tylko jedno, a jest to przecież narząd szczególnie narażony na stresy, pracujący bez chwili przerwy i niezbędny o każdej porze dnia i nocy. Nie można go ani na moment „wyłączyć”, np. dla dokonania naprawy lub choćby przeglądu, bo każde takie wyłączenie — zatrzymanie pracy serca — musi skończyć się tragicznie (i zwykle się koń-

czy). To też, rzecz jasna, pamiątka i to po bardzo odległych przodkach — już pierwsze morskie kręgowce zaopatrzone zostały w ten nieszczęśliwie niesparowany narząd i tak już pozostało.

Nasze ciała — nie tylko ludzi, ale i innych kręgowców — roją się od takich planistycznych lub inżynierskich niedoróbek, z których zresztą zwykle nie zdajemy sobie sprawy, gdyż nie stanowią dla nas większego problemu. Jednym z takich „błędów konstrukcyjnych", bardziej zresztą hydraulicznym niż inżynierskim, jest krzyżowanie się układów do rozprowadzania w organizmie różnych substancji. Tak jest w przypadku układu pokarmowego i oddechowego, które krzyżują się w obrębie krtani, oraz moczowego i płciowego, które mają wspólne ujście (u samców). Żaden przytomny architekt nie zaprojektowałby domu, w którym przewody elektryczne przechodzą przez rury kanalizacyjne lub w którym odpływ z miski klozetowej umieszczony jest w sypialni, a z grubsza tak opisać można sytuację, z jaką mamy do czynienia w naszych ciałach.

Przyjrzyjmy się tym dwóm układom bliżej. Otóż u zwierząt morskich, w tym ryb, narządem oddychania są skrzela, które z układem pokarmowym (biegnącym od otworu gębowego do odbytu) nie mają bezpośredniego kontaktu. U jednej ich grupy — mięśniopłetwych — powstał dodatkowy narząd oddychania — płuca, które rozwinęły się z uchyłków jelit, gdzie gromadziło się połykane wraz z pożywieniem powietrze (ryby te żyły w płytkich wodach ubogich w tlen, stąd konieczność uzupełniania jego niedoborów). Zrazu więc powietrze do płuc pobierane było tylko jednym otworem (gębowym), ale wkrótce dołączył do niego drugi — nozdrza, które u ryb są narządem związanym z odbieraniem bodźców węchowych i kończą się ślepo. Po przebiciu cienkiej ścianki oddzielającej je od jelit (i płuc) to właśnie nozdrza przejęły główną rolę w oddychaniu, ale usta do końca tej funkcji nie utraciły. W efekcie możemy oddychać na dwa różne sposoby (dwoma otworami, z których żaden nie był przeznaczony do oddychania!) i w obu przypadkach między jedzeniem a oddychaniem zachodzi pewien konflikt, gdyż albo pokarm i powietrze muszą korzystać ze wspólnego przewodu (jak w pierwszym odcinku przy oddychaniu ustami), albo ich drogi w ciele się krzyżują (przy oddychaniu przez nos). I choć w toku ewolucji oba konflikty znalazły pewne rozwiązania i dla innych zwierząt nie stanowią większej niedogodności, u człowieka ten konflikt odżył i stał się źródłem kłopotów, gdy w toku ewolucji doszło do znacznego opuszczenia krtani (wciąż

nie bardzo wiadomo, co było tego powodem). Tak powstała dodatkowa przestrzeń (tzw. nagłośnia) pozwalająca na modulowanie wydychanego. powietrza, co powszechnie uznaje się za preadaptację do późniejszych narodzin języka, gdyż zwiększyło to ogromnie skalę możliwych do uzyskania dźwięków. Zarazem jednak spowodowało to nieznane u innych zwierząt problemy, bo oddychanie i pobieranie pokarmu (lub wody) musi u nas odbywać się na przemian — kto nie wierzy, niech spróbuje pić wodę z butelki i jednocześnie oddychać (noworodki to potrafią, bo u nich ten późny ewolucyjnie nabytek jeszcze się nie ujawnił; dlatego mogą ssać pierś bez groźby uduszenia; po odstawieniu od piersi krtań szybko się opuszcza… i zaczyna się nauka mówienia). W dodatku znacznie wzrosło niebezpieczeństwo, że pokarm z opuszczonej i powiększonej krtani dostanie się „nie do tej dziurki, co trzeba” — groźba zakrztuszenia jest u ludzi nieporównanie większa niż u innych ssaków i nadal bywa ono przyczyną nagłych zgonów.

Skrzyżowanie układu moczowego i płciowego nie ma z pewnością tak drastycznych konsekwencji, ale też przynosi istotne zagrożenie: męski gruczoł krokowy (prostata) bezsensownie otacza moczowód, a że lubi się z wiekiem rozrastać, może zablokować przepływ moczu i spowodować trudności z jego oddawaniem. A skoro już mowa o naszych narządach płciowych — zupełnie bezsensowna jest też droga, jaką przychodzimy na świat, bo sztywny gorset kości kanału rodnego miednicy okazał się pułapką ograniczającą możliwość wzrostu mózgu, a więc poniekąd i inteligencji człowieka. Absurdalność tego rozwiązania jest tym bardziej oczywista, że tuż obok znajduje się typowy dla ssaków obszar miękkiego brzucha, który wydaje się idealnym miejscem dla zlokalizowania takiego kanału. Stosując cesarskie cięcie, właściwie korygujemy to anachroniczne brzemię z dalekiej przeszłości.

Znacznie późniejszą, choć też wielce niekorzystną pamiątką z odległej przeszłości jest jednokrotna wymiana uzębienia, szczególnie dotkliwa dla gatunku, który — jak człowiek — znacznie wydłużył wiek osobniczy, za czym nie poszło wydłużenie „okresu gwarancyjnego” na wszystkie niezbędne „podzespoły”. U wczesnych kręgowców, np. ryb i gadów, wymiana zębów zachodziła przez całe życie, dzięki czemu zawsze były one względnie nowe. Co prawda, różne zęby wypadały w różnym czasie, co powodowało, że praktycznie każdy osobnik był szczerbaty, ale nie miało to większego znaczenia, bo ryby podobnie jak krokodyle połykają ofiary w całości

lub tylko rozszarpują na nieco mniejsze kawałki, ale nie muszą ich dokładnie rozgryzać. Zmieniło się to dopiero wraz z powstaniem zwierząt stałocieplnych, energetycznie bardzo wymagających, dla których kwestią kluczową stało się precyzyjne rozcieranie pożywienia (zwłaszcza roślinnego), które inaczej nie mogło być w całości strawione, a więc i dostarczyć całej zawartej w nim energii. Do precyzyjnego rozgryzania potrzebna jest ciągła bateria zębowa — bez luk i ubytków — tak jak do mielenia ziarna potrzebne są dwa kompletne koła młyńskie, a nie dwie nieprzystające do siebie połówki. Dlatego już u wczesnych ssaków z okresu triasowego doszło do powstania istotnej innowacji: wszystkie zużyte zęby zaczęły wypadać jednocześnie. Na ich miejsce wyrastał potem kolejny garnitur zębów, znów z pełną „obsadą", co pozwalało szybko wrócić do gryzienia. Oczywiście zrodziło to nowe kłopoty wiążące się z czasową bezzębnością. To kompromisowe ewolucyjne rozwiązanie można jednak uznać za przypadek wyboru mniejszego zła: lepiej narazić osobnika na jednorazowe, niż na trwające przez całe życie niedogodności.

Pierwsze ssaki, jak pamiętamy, były stworzeniami bardzo małymi i żyły krótko, więc wystarczyła im jednorazowa wymiana uzębienia, jako że ten pierwszy stały garnitur pozostawał sprawny do końca ich (krótkiego) żywota. Być może, gdyby nasza historia zaczęła się od form dużych i długowiecznych, dziś zmienialibyśmy zęby dwa lub trzy razy w życiu, ale nasi odlegli przodkowie wybrali szybką wymianę pokoleń. W triasowym świecie to nasi konkurenci, gady, zajęli nisze dużych i długowiecznych zwierząt, więc nam pozostało raczej nastawić się na ilość, nie na jakość. To rozwiązanie dobrze się sprawdzało przez pierwsze sto pięćdziesiąt milionów lat (w „erze gadów"), gdy wszystkie ssaki były małe i żyły krótko, i wciąż pozostaje dobrym rozwiązaniem dla współczesnych niewielkich form (jak owadożerne czy gryzonie), które niejako pozostały w tym mezozoicznym świecie, jakby nie zauważając, że wszystko się zmieniło. Dla dużych ssaków jednakże ta jednorazowa wymiana zębów stanowi po prostu sygnał końca okresu gwarancyjnego na życie — gdy drugi garnitur zębów ściera się, to znak, że pora umierać, bo żyć bez zębów żaden (uzębiony) ssak nie potrafi. U ludzi jest inaczej. Nasze życie uległo takiemu wydłużeniu, że ten drugi garnitur zębów już nie wystarcza. W czasach „przeddentystycznych" nikt nie dożywał późnej starości, co u człowieka oznacza jakieś osiemdziesiąt do stu lat, z pełnym uzębieniem, a niepełne oznacza bardzo poważne

kłopoty. Stąd też „późna starość” zdarzała się bardzo rzadko, do czego stan uzębienia mógł się również przyczyniać. Może to z tego powodu jednym z narzędzi najwcześniej wynalezionych przez człowieka współczesnego była… wykałaczka.

Innym problemem z uzębieniem są wady zgryzu (wciąż stanowiące prawdziwą plagę), niweczące ewolucyjne dopasowanie górnej i dolnej szczęki i ciągłość baterii zębowej. Są pewne wskazówki, że związane jest to ze stosunkowo niedawną zmianą diety z twardej i wymagającej długotrwałego żucia na miękką i przetworzoną, która naszym zębom i szczękom nie zapewnia wystarczającego „treningu”. W rezultacie zależny od długotrwałych i stałych nacisków rozwój kości i mięśni zostaje zakłócony i nie prowadzi już do powstania dopasowanych do siebie powierzchni gryzienia. Nasze problemy z uzębieniem dotyczą zresztą znacznie szerszej klasy zjawisk związanych z nową dla człowieka (i nieznaną jego krewnym i przodkom) dramatyczną zmianą, jaka się niedawno dokonała — wydłużeniem wieku osobniczego i to nie tylko o dodatkową liczbę lat, ale i nowy, wcześniej nieznany okres życia, czyli wiek postreprodukcyjny. Ludzkie dzieci mają nie tylko rodziców, mają też dziadków (choć przez większość naszej historii przede wszystkim — babcie), którzy w ich wychowaniu zaczęli odgrywać znaczącą rolę. Pewne jest jedno: wydłużenie życia i inne zmiany, jakie nastąpiły w naszym gatunku, spowodowały skokowy wzrost liczby kłopotów, które naszych najdawniejszych przodków omijały. Problem w tym, że niezależnie od przyczyn starzenia się dobór naturalny miał zawsze skłonność do spychania przykrych (dla osobnika) skutków działania genów na ostatnie etapy życia. Ta tendencja wynika z czysto mechanicznego sposobu ekspresji genów: jeśli jakiś gen (czy raczej kompleks genów, bo geny rzadko działają w pojedynkę) mógł przynosić zarówno korzyści, jak i kłopoty, to w sposób oczywisty doborowi „opłacało się”, by te pierwsze ujawniały się za młodu i w wieku reprodukcyjnym, bo to przekłada się na liczbę potomstwa, a te drugie — pod koniec życia, kiedy osobnik praktycznie jest już bezpłodny. Nawet jeżeli kłopoty te są bardzo poważne, dla ewolucji liczy się tylko to, jak wpływają na dzietność: jeśli ją podnoszą, są selekcjonowane jako korzystne, bo przecież z perspektywy genu ważna jest tylko liczba pozostawionych po sobie kopii, a nie osobista pomyślność (lub nieszczęście) jego nosiciela. W świecie, w którym rzadko który osobnik dożywał późnej starości, te (potencjalne) nieszczęścia nie miały szans się

ujawnić, a jeśli nawet się ujawniały, to i tak dobór ich nie „dostrzegał". A mógł je też aktywnie promować — z ewolucyjnej perspektywy lepszy zniedołężniały starzec, który spłodził za młodu dziesięcioro potomstwa, niż krzepki staruszek, który pozostawił po sobie nieliczną progeniturę. W naszym gatunku problemy pojawiły się dopiero wtedy, gdy starcy zaczęli być potrzebni (na przykład dlatego, że potrafili przekazać następcom zdobytą za życia wiedzę albo mogli zapewnić dodatkową opiekę potomstwu swych dzieci, czyli własnym wnukom). W każdym razie właśnie wtedy te zepchnięte w niebyt przykre efekty zaczęły się ujawniać i to w skondensowanej od razu postaci: pojawiła się kategoria ludzi wprawdzie użytecznych, ale obciążonych poważnym ładunkiem skumulowanych przez ewolucję przypadłości. Cezurą mogło być powstanie języka — bezzębny staruszek może przekazać ważne dla pomyślności swej rodziny (hordy czy plemienia) informacje, nawet jeśli ma problemy ze zdobywaniem jedzenia i z samym jedzeniem. W nasze życie wtargnęła starość i cała lawina związanych z nią problemów. To zdarzyło się bardzo późno w naszej historii — i język, i starość (a właściwie — instytucja dziadków)[6] to jedne z najpóźniejszych wynalazków naszej ewolucji. Wróćmy więc do cech, które powstały znacznie wcześniej, ale które odróżniają nas już wyraźnie od innych naczelnych, innych ssaków, a może i w ogóle od wszystkich zwierząt na Ziemi. O dwóch już sporo mówiliśmy: to dwunożność i bezwłosa skóra. Obie niezwykle silnie zaważyły na naszej wyjątkowości, oba są ze sobą powiązane i dość dobrze na ich przykładzie widać, na czym polegał „fortel", który pozwolił naszym przodkom osiągnąć zwycięstwo tam, gdzie z pozoru stali z góry na przegranej pozycji.

Kariera bezwłosego, pocącego się dwunoga

Najpierw dwunożność, która automatycznie oznacza też dwuręczność, bo dzięki niej przednia para kończyn stała się nagle nieprzydatna do lokomocji, z którą zawsze była związana, i uzyskała autonomię, jakiej nigdy wcześniej nie miała. Dlatego tę przednią parę kończyn nazywamy dziś inaczej niż tylną (mamy ręce i nogi, a nie cztery łapy) i dlatego też jej zakończenia — dłonie — nazywają się inaczej niż zakończenia kończyn innych kręgowców lądowych, czyli stóp. Utrata funkcji przez jakiś organ lub część ciała

w ewolucji zawsze kończy się ich uwstecznieniem lub wręcz eliminacją. Tak było na przykład ze skrzydłami wtórnie nielotnych ptaków na wyspach (pomyślmy o skrzydłach nowozelandzkich kiwi, po których dziś zostały dwa smętne kikuty ukryte wśród piór i z zewnątrz zupełnie niewidoczne). W naszym przypadku zatem, by je zachować, ewolucja musiała dla nich „znaleźć" jakieś nowe zatrudnienie; bez niego by nie przetrwały. Fakt, że dziś nasze ręce tak bardzo nam się przydają, a nawet stały się wyjątkowo sprawne i funkcjonalne (pod względem zdolności manipulacyjnych dłoni nie mamy sobie równych wśród kręgowców) oznacza, że to przeniesienie funkcji nastąpiło niemal równocześnie z utratą funkcji lokomocyjnych. To oczywisty wniosek — inaczej byłoby za późno. Możemy tylko spekulować, do jakich to zadań ręce zostały tak szybko zatrudnione (i odczuwać wdzięczność, że tak się stało)[7], ale dwa wydają się najbardziej prawdopodobne: używanie narzędzi i noszenie jakichś przedmiotów, w tym żywności oraz (choć zapewne tu określenie „przedmiot" jest nie na miejscu) noworodków.

Używanie narzędzi łatwo zrozumieć i łatwo też pojąć, dlaczego miało to tak wielkie znaczenie. Narzędzia zastępują organy, których w określonych warunkach brakuje, a których „wyprodukowanie" w normalnym procesie ewolucyjnym zajęłoby tysiące lub miliony lat, o ile w ogóle byłoby możliwe. Gdy atakuje nas tygrys, trudno czekać, aż dobór naturalny błyskawicznie „wyselekcjonuje" nam ostre pazury, groźne kły i zdolność do sprinterskiego biegu. Ale można poszukać na ziemi ostrego kamienia lub grubego kija, a jeszcze lepiej przygotować sobie takie zastępcze kły i pazury zawczasu. Do tego potrzeba jednak dwóch cech, których ewolucja wielu zwierzętom poskąpiła — sprawnych mózgów i chwytnych kończyn. Obie te cechy były obecne u dwunożnych (więc i dwuręcznych) prymatów. I właściwie tylko u nich. To była jedna z naszych tajnych broni.

Co z tym mają jednak wspólnego noworodki? Żeby to wyjaśnić, musimy zająć się teraz drugą z naszych osobliwości, jaką jest bezwłosa skóra. Brak futra, podobnie jak dwunożność, to u ssaków biologiczna aberracja. Obecność obu tych dziwactw naraz ukazuje wyjątkowość naszego gatunku. Względnie bezwłosa skóra występuje bądź u zwierząt wielkich (słonie, nosorożce, hipopotamy), bądź morskich (walenie), ale w tych przypadkach futro zastępuje im potężna warstwa tłuszczu albo sama skóra jest gruba i sztywna[8]. Na zdrowy rozum naga, miękka i pozbawiona grubej warstwy

tłuszczowej skóra znajduje uzasadnienie tylko w jednym przypadku — przy idealnie stabilnej temperaturze otoczenia i nieobecności drapieżników. Dokładnie takie kryteria spełnia odkryty niedawno gatunek podziemnych gryzoni zwanych golcami. Zwierzęta te żyją na terenach zwrotnikowych, w „klimatyzowanych" korytarzach i praktycznie nigdy nie wychodzą na powierzchnię. Utrata futra przez golce była więc logiczna, ale w przypadku człowieka ta logika się załamuje — ludzie utracili owłosienie, gdy ze względnie bezpiecznych i klimatycznie stabilnych lasów wyszli na pełną drapieżników sawannę o dużych wahaniach temperatury, a potem jeszcze, choć znacznie później, ruszyli na podbój lodowcowej Eurazji.

Jak wyjaśnić ten paradoks? Są trzy lub cztery hipotezy, które zresztą nie muszą się wzajem wykluczać. Pierwsza z nich powiada, że zrzucając futro, ludzie zrzucili też z siebie ogromny ładunek zewnętrznych pasożytów, które dokuczają wszystkim ssakom. Nie jest przypadkiem, że do dziś te uciążliwe pasożyty utrzymały się u ludzi głównie w tych rejonach ciała, gdzie owłosienie pozostało (lub zostało „pożyczone") — na głowie, w okolicach łonowych i w ubraniach. Wedle drugiej hipotezy nasze nagie ciała są efektem doboru płciowego, który faworyzuje właśnie ewolucyjnie trudne i kosztowne rozwiązania, takie jak długie i barwne ogony ptaków czy poroże ssaków (tak tłumaczył ten nasz fenomen Darwin w *Pochodzeniu człowieka*). Naga skóra, u dwunożnej istoty eksponująca dodatkowo narządy płciowe i pozwalająca ocenić stopień „zapasożycenia" (i stanu zdrowia w ogóle), dobrze spełniałaby kryteria cech wyselekcjonowanych przez dobór płciowy. Ale najciekawsza dla nas jest trzecia hipoteza, łącząca naszą nagą skórę z reżimem termicznym, któremu poddani zostali wychodzący na sawannę praludzie. Afrykańska sawanna to jedno z najgorętszych miejsc świata, gdzie temperatury podczas najwyższego położenia Słońca na firmamencie i przy braku cienia nierzadko przekraczają 50 stopni Celsjusza. Dla zwierząt stałocieplnych, których temperatura ciała musi zawierać się w stosunkowo wąskim przedziale 35–40 stopni, oznacza to konieczność bezruchu, najlepiej w ocienionym miejscu, gdzie organizmowi nie grozi przegrzanie. Dlatego na sawannie życie w godzinach południowych zamiera — to pora sjesty, dobrze znana i ludziom żyjącym w klimacie okresowo suchym i gorącym, na przykład wokół Morza Śródziemnego. Najefektowniejsze filmy z safari kręcone są nad ranem lub wieczorem, gdyż tylko wtedy sawanna tętni życiem.

Ale gdy stawką jest przeżycie, lepiej darować sobie uroki południowej sjesty. Na afrykańskich pustyniach żyją niezwykłe mrówki z gatunku *Cataglyphis bicolor*, których odporność termiczna nie przestaje fascynować biologów, a od niedawna i… antropologów. Pustynie to dla wszystkich żywych organizmów środowiska ekstremalne, choć popularny pogląd, że są prawie całkiem pozbawione życia, jest fałszywy. I one mają swoje nieraz bogate ekosystemy, tyle że rzadko można je obserwować — za dnia większość organizmów pozostaje w uśpieniu, a ożywienie następuje, gdy choć trochę zmniejszy się upał i nasłonecznienie i choć trochę wzrośnie wilgotność (więc od zmroku do świtu i w czasie bardzo rzadkich opadów). Wtedy dopiero można spodziewać się intensywniejszych oznak życia i wtedy można dostrzec, jak wiele organizmów zamieszkuje ten pozornie martwy świat. Chyba, że ciekawi nas życie właśnie *Cataglyphis bicolor.* Jeśli tak, musimy wybrać się na pustynię w samym środku największych upałów, gdy słońce jest w zenicie. Musimy uważać — piasek lub, co gorsza, sól (*Cataglyphis* upodobały sobie dna wyschniętych słonych jezior) mogą mieć temperaturę rozgrzanej blachy, więc chodzenie boso nie wchodzi w rachubę, ale za to szansa, że spotkamy te niezwykłe mrówki, jest duża. Tak więc koło południa, gdy wszelkie życie zamiera, możemy zobaczyć wychodzące z niezliczonych małych kopczyków mrówcze dziwoląg, których wygląd i sposób poruszania się mogą kojarzyć się z baletem na szczudłach. Mrówki te mają długie i cienkie nogi, których skrajne (dystalne) człony ustawione są niemal pionowo i używane na modłę szczudeł, co nie przeszkadza owadom poruszać się z ogromną prędkością, ledwo muskając grunt zakończeniami odnóży. Biegnąc, ustawiają jeszcze pionowo beczułkowaty odwłok, dzięki czemu ciało mrówki uniesione jest wysoko ponad rozgrzany grunt[9], a szybki ruch zapewnia dodatkowo chłodzenie i rozleglejszy widok otoczenia (mrówka ma dobrze rozwinięty wzrok).

Dlaczego *Cataglyphis bicolor* nie mogą jak wszyscy inni przesypiać najgorętszej pory dnia w bezpiecznych kryjówkach, a jeśli mogą, to dlaczego tego nie robią? Odpowiedź jest prosta — mogą (i z pewnością by wolały)[10], ale nie robią tego właśnie dlatego, że czynią tak wszyscy pozostali. Wychodząc w środku dnia, unikają obecności swych najgroźniejszych wrogów, czyli jaszczurek, żerujących o zmroku i wczesnym rankiem. *C. bicolor* jest padlinożercą — patroluje najbliższe okolice, zbiera trupy padłych podczas największych upałów owadów i bezkręgowców, znosi je do swego gniazda

i tam się nimi pożywia. Gdyby jakakolwiek mrówka spróbowała tak się zachowywać w porze aktywności pozostałych mieszkańców pustyni, pewnie nie zdążyłaby zrobić nawet kilku kroków…[11] Oryginalne zachowanie *C. bicolor* nie jest więc ekstrawagancją, lecz dobrze „przemyślaną" strategią. Na tyle skuteczną, że rozwinęła się nie tylko na Saharze i nie tylko u tego gatunku. Na pustyni Namib i w pustynnych regionach Australii spotkać można dwa inne rodzaje mrówek (odpowiednio: *Ocymyrmex* i *Melophorus*) stosujących tę samą strategię wychodzenia na żer, gdy dla innych upał staje się nie do zniesienia, a temperatura gruntu osiąga ponad 70 stopni Celsjusza. Ale to *C. bicolor* uważana jest dziś za najbardziej ciepłolubne (termofilne) stworzenie na świecie[12].

Dlaczego poświęciliśmy tyle miejsca na opis tych niezwykłych mrówek? Ich zachowania i przystosowania są z pewnością ciekawe, ale przecież zajmujemy się tu nie myrmekologią, a antropologią, i ważne są dla nas nie mrówcze, ale ludzkie osobliwości. Otóż na przykładzie *C. bicolor* łatwiej zrozumieć, na czym polegał ewolucyjny trick, który pozwolił naszym przodkom przeżyć na rozpalonej słońcem sawannie. Wiele wskazuje bowiem na to, że zastosowaliśmy tę samą strategię: potrafiliśmy uczynić cnotę z konieczności i znaleźć siłę w tym, co było naszą największą słabością, czyli w naszym nieudolnym sposobie lokomocji. Jak pamiętamy, u dwunożnych małp żyjących na pograniczu lasu i sawanny doszło do pionizacji ciała i redukcji ogona. Taka pionowa dwunożność sprawdzała się w tym środowisku, ale ani w lesie, ani na sawannie nie dawała żadnych wyraźnych korzyści lokomocyjnych. Nawet bardzo małe czworonożne zwierzęta, koty, a choćby i jaszczurki, poruszają się szybciej od nas. Wychodząc na otwarte przestrzenie, stawaliśmy się łatwym łupem dla wszelkich drapieżników, którym nie dorównywaliśmy pod względem siły, szybkości ani zwinności. W walce z nimi byliśmy bez szans i dlatego jedynym wyjściem było odczekać, aż nasi prześladowcy sami usuną się w cień. Właśnie — w cień. W godzinach południowych, w czasie największej spiekoty, sawanna pustoszeje. Wszystkie małe zwierzęta chowają się do nor, większe szukają cienia pod akacjami lub nieruchomieją, czekając aż Słońce zniży się nad horyzontem. Gdy Słońce jest w zenicie, na krótki czas pojawia się szansa dla tych, którzy potrafią z niej skorzystać i mają ku temu odpowiednie atuty. Nieoczekiwanie takim atutem okazała się właśnie dwunożność.

Spójrzmy na nasze ciała jak na bryły geometryczne. Czworonożne zwierzę można przyrównać do leżącego prostopadłościanu — padające na jego grzbiet promienie oświetlają je tym silniej, im bliższy prostemu jest kąt ich padania. Im Słońce znajduje się niżej, tym kąt jest mniejszy (ostrzejszy), a gdy jest na horyzoncie, jego promienie prześlizgują się po grzbiecie zwierzęcia; można rzec, że dociera wówczas do niego tylko jeden promień. Wszystko się zmienia, gdy prostopadłościan postawimy na sztorc. Teraz najsilniej oświetla go Słońce na horyzoncie, a gdy jest w zenicie, promienie docierają z całą mocą tylko do jego szczytu, prześlizgując się po pionowych ścianach. Jeśli jeszcze uniesiemy taką bryłę ponad rozgrzany grunt (np. na słupowatych nogach), będzie chroniona przed spiekotą od góry i od dołu. Czy z czymś się to nie kojarzy?

Żadne ze zwierząt sawannowych nie chodzi na dwóch nogach w pozycji wyprostowanej, bo od czasu pierwszych dewońskich kręgowców lądowych naturalną pozycją jest poziome ułożenie tułowia (dotyczy to w równej mierze czworonogów, np. gadów i ssaków, jak i — później — dwunogów, np. ptaków). Pionizację ciała zapewnia tylko brachiacja, ale na sawannie nie ma brachiacyjnych zwierząt. Te mogły przyjść tylko z zewnątrz, z gęstych lasów, tyle że takie wyjście z cienia na pełne słońce jest trudne, zwłaszcza dla brachiatorów, których słabe nogi i zamiłowanie do owoców wyklucza właściwie spośród kandydatów do sawannowego życia. Chyba że wcześniej przeszły okres „ćwiczeń w dwunożności” i zmianę diety na choćby częściowo mięsną — co, jak wiemy, rzeczywiście się zdarzyło. Któryś z tych najlepiej „wytrenowanych” gatunków po kilku milionach lat mógł spróbować sił w tym niegościnnym, ale potencjalnie bardzo bogatym środowisku. Spionizowane ciało stanowiło korzystną preadaptację do takiego kroku[13].

Drugą, bardzo pożądaną preadaptacją do życia na sawannie byłoby choćby częściowe przystosowanie do diety mięsnej. Na sawannie brakuje owoców, a te, które można znaleźć, są suche, mało pożywne i występują sezonowo. Za to mięsa jest w bród, zarówno „żywego” — zrazu niedostępnego ze względu na silną konkurencję — jak i padliny, której zdobycie mogło być ułatwione dla istot „polujących” w czasie największej spiekoty. Choć bezpośrednich dowodów na mięsożerność wczesnych hominidów brak, to fakt — zaobserwowany po raz pierwszy przez Jane Goodall w rezerwacie Gombe w Tanzanii — że szympansy, uważane przedtem za zwierzęta ściśle owocożerne, regularnie polują na małe ssaki (w tym na inne małpy) jest

mocną wskazówką, że nasza mięsożerność była już cechą wspólnego przodka *Homo i Pan*. Trudno założyć, że upodobanie do mięsa u szympansów powstało niezależnie jako przystosowanie do leśnego życia. Żadne ściśle leśne (i owocożerne) małpy nie polują, za to (grupowe) łowy znane są dobrze u sawannowych pawianów, których przywiązanie do otwartych terenów jest znacznie dłuższe niż nasze[14].

Jeżeli koncepcja, że to dwunożność umożliwiła naszym przodkom kolonizację sawanny, jest słuszna, to wiązała się ona z ewolucyjnym trickiem, jakim była aktywność podczas najgorętszych godzin dnia, gdy Słońce znajduje się w zenicie, tylko wtedy bowiem wyprostowana postawa redukuje ilość docierającego do powierzchni ciała promieniowania. O innej porze nie tylko nie mogła dawać żadnych korzyści, ale wręcz narażała na większe zagrożenie ze strony aktywnych w tym czasie drapieżników, choćby z powodu małej szybkości, jaką (w porównaniu z czworonogami) mogła zapewnić. Śpiący drapieżnik jest może mniej groźny od aktywnego, ale nie przestaje przecież być drapieżnikiem. Sen można przerwać, jeśli to się opłaca. Wychodząc na otwartą przestrzeń w poszukiwaniu świeżej padliny, musieliśmy być ostrożni i w razie zagrożenia salwować się ucieczką. W warunkach największych upałów bieg generuje dużo dodatkowego ciepła, co podnosi temperaturę i tak już rozgrzanego do granic wytrzymałości organizmu. Tym razem dwunożność nie pomaga, bo ciepło produkowane jest wewnątrz ciała, więc kąt padania promieni słonecznych nie ma tu nic do rzeczy. Musieliśmy zatem wypracować osobny mechanizm szybkiego wypromieniowania nadmiaru ciepła, do czego nie byliśmy ewolucyjnie przygotowani (w lesie, nawet rzadkim, zawsze można skryć się w cieniu). I tu z pomocą przyszło drugie, radykalne i występujące tylko u człowieka rozwiązanie, czyli właśnie pozbycie się futra. Naga, silnie ukrwiona skóra bezpośrednio styka się z powietrzem, więc łatwo może oddać nagromadzone ciepło, zwłaszcza gdy jest wiatr, a ruch powietrza towarzyszy biegowi nawet przy bezwietrznej pogodzie. Można ten proces wymiany ciepła dodatkowo wzmocnić, gdy skóra jest wilgotna — wtedy ciepło ciała uwalniane jest podczas procesu parowania. Tylko skąd wziąć wilgoć na rozpalonej i wysuszonej sawannie? Tu znów w toku ewolucji posłużyliśmy się oryginalnym rozwiązaniem — zaopatrzyliśmy skórę w miliony maleńkich gruczołów produkujących wodnisty płyn zwany potem. Jesteśmy nie tylko dwunożną i nagą małpą, jesteśmy też małpą, która się poci. W dodatku nasz pot jest wyjątkowy, bo cały

mechanizm powstał na bazie istniejących wcześniej gruczołów (tzw. ekrynowych), które pierwotnie służyły zupełnie innym celom (u naczelnych nawilżaniu stóp i dłoni w odpowiedzi na nagły stres, co mogło przydać się podczas ucieczki na drzewo) i nie reagowały na temperaturę, ale na zagrożenie[15]. Jest wyjątkowy również i dlatego, że zużywa nieproporcjonalnie dużo wody i soli, które u innych zwierząt są ściśle kontrolowane i reglamentowane w razie niedoborów któregokolwiek z tych składników. Sprawia to wrażenie, jakby środowisko, w którym nasz system chłodzenia wyewoluował, obfitowało w źródła wody i soli (pot jest słony, bo tylko sól — na drodze osmozy — może zapewnić przenikanie wody do ludzkich komórek potowych).

W upalny dzień uczestnik biegu maratońskiego potrafi wypocić z siebie ponad dziesięć litrów wody — około jednej siódmej wagi ciała! To zresztą, nawiasem mówiąc, jest jednym z najmocniejszych argumentów zwolenników tzw. hipotezy Wodnej Małpy, wedle której wiele naszych osobliwości (również słone łzy — a człowiek jest jedynym płaczącym naczelnym) tłumaczyć można faktem, że ludzie w swej wczesnej ewolucji przeszli przez fazę życia w środowisku przybrzeżnych wód (słonych), gdzie żadnego z tych elementów nie brakowało[16]. A sawanna jest nie tylko sucha, ale i dramatycznie uboga w sól, która na wszystkich obszarach lądowych poddanych długotrwałej erozji dawno została wypłukana. Problemy te znikają jednak, gdy założymy, że „nasza” sawanna była bardzo nietypowa i obejmowała tylko obszary ryftowe, znane z niezliczonych jezior i stałej dostępności źródeł soli (oraz wszelkich innych związków chemicznych) występujących w osadach po wysychających i często silnie zasolonych zbiornikach wodnych. Być może nasze późniejsze przywiązanie do wybrzeży morskich tłumaczyć można właśnie owym uzależnieniem od ryftowych bogactw, których — jak pamiętamy — woda morska jest swoistym i mocno zubożonym substytutem. O wiele później zaś, gdy zaczęliśmy kolonizować cały świat, pojawiły się problemy z brakiem różnych kluczowych składników, których na ryftach jest pod dostatkiem. Nie przypadkiem to właśnie złoża soli bywały podstawą największych fortun w całej naszej historii.

Dwunożność, naga skóra i pot — oto nasza potrójna tajna broń, dzięki której udało nam się to, co było na pozór niemożliwe. A to dopiero początek zmian, które pociągnęły za sobą mnóstwo innych przekształceń, jeszcze bardziej oryginalnych i wyjątkowych, co pozwoliło naszemu gatunkowi

wspiąć się na niedostępne żadnemu innemu stworzeniu wyżyny. Dlatego musimy teraz przyjrzeć się tym pierwszym krokom bliżej.

Podstawowe pytanie, jakie się narzuca, brzmi: jeśli rozwiązanie wybrane przez przodków człowieka przyniosło taki sukces, to dlaczego nie powtórzył go żaden inny gatunek? Dlaczego nie ma innych dwunogów na sawannie, innych bezwłosych zwierząt, dlaczego pozostałe ssaki tak się nie pocą? Każde z powyższych pytań wymaga osobnej odpowiedzi, bo te trzy adaptacje powstawały niezależnie i w różnym czasie i dopiero ich połączenie przyniosło tak niezwykły efekt. O braku dwunożnych ssaków sawannowych już mówiliśmy — na otwartych przestrzeniach nie ma brachiatorów. Mówiąc metaforycznie, musieliśmy najpierw wejść na drzewa, żeby potem móc z nich zejść. Dlaczego inne ssaki nie zrzuciły futra dla lepszego chłodzenia? Po pierwsze, naga skóra nie chroni przed promieniami UV, które są zabójcze dla wszystkich organizmów na Ziemi, gdyż wywołują mutacje genów. Nie znamy ani jednego gatunku wystawionego na działanie tych promieni, który by się przed nimi nie musiał bronić. Obok wielu innych adaptacji gęste futro pełni właśnie taką funkcję. Człowiek mógł sobie pozwolić na nagą skórę, bo w czasie najintensywniejszego promieniowania był na nie najmniej eksponowany, zwierzęta czworonożne — odwrotnie. Ale futro pełni też wiele innych funkcji — na przykład podczas gdy za dnia chroni przed pochłanianiem wszelkich promieni ogrzewających ciało, nocą chroni również przed wypromieniowaniem ciepła wewnętrznego, a noce na sawannie bywają bardzo chłodne (tu naszym oryginalnym rozwiązaniem był wynalazek ognia, do czego jeszcze wrócimy). Może jednak najważniejsze jest co innego. Otóż pocenie się wymaga ogromnych ilości wody, a ta w suchym klimacie jest dobrem wyjątkowo cennym. Większość zwierząt sawannowych chroni tylko szczególnie narażony na przegrzanie mózg, stosując do tego celu niezwykle złożone i ściśle zlokalizowane — właśnie w rejonie czaszki — mechanizmy chłodzenia i pozwalając, by reszta ciała osiągnęła temperaturę nawet 43 stopni Celsjusza. Przy takim nagrzaniu mięśnie mogą jeszcze, choć krótko, pracować, ale delikatna maszyneria neuronalna uległaby nieodwracalnemu zniszczeniu. Można posłużyć się tu analogią komputerową: przegrzany procesor, czyli „mózg” komputera, jest dla maszyny śmiertelnym zagrożeniem. Klawiatura albo drukarka są pod tym względem znacznie bardziej elastyczne. Futro pokrywające całe ciała zwierząt stanowi dla nich izolację przed słońcem, podobnie jak u nas włosy na głowie. Nagi

gepard, lew lub antylopa, pozbawione takiej przeciwsłonecznej osłony, szybko by się ugotowały. Takie rozwiązanie, choć skuteczne, było jednak niedostępne ludziom i innym naczelnym, gdyż żyjące w ocienionym lesie stworzenia nie miały okazji nabyć podobnych przystosowań. By chronić mózg, małpa wychodząca na sawannę musiała zastosować inne rozwiązanie — nie mogąc go odłączyć od ogólnej maszynerii chłodzenia, musiała chłodzić całe ciało, a nie tylko wybrane jego fragmenty. Przy tym mózg małpy był i tak większy od mózgu jakichkolwiek innych zwierząt i znacznie bardziej uzależniony od dostaw energii. Zrzucając futro i wyposażając nagą skórę w miliony gruczołów potowych, sawannowe hominidy, zamiast inwestować w zlokalizowane narządy chłodzące, jak robią to inne zwierzęta sawannowe (falujące uszy słoni albo dyszące pyski psowatych i antylop), przekształciły całą powierzchnię swych ciał w wielkie chłodnice. Nie mogąc chłodzić samej głowy, można było jednak chronić jej najważniejszy narząd przed bezpośrednią ekspozycją na promienie słoneczne i stąd bujne owłosienie szczytu czaszki, które dziś, u ludzi mieszkających daleko od afrykańskiej kolebki, stanowi już tylko wspomnienie po dawno minionych klimatach, środowiskach i stylu życia. Zresztą w zimnym klimacie włosy na głowie również się przydają — chronią mózg przed niepotrzebną utratą ciepła.

Dwunożność i naga wilgotna skóra to dwa sprzężone mechanizmy, które muszą działać w tandemie, już pierwsze w pełni sawannowe hominidy musiały więc być zarazem dwunożne i nagie. *Naked and bipedal* [Nagi i dwunożny] — tak brzmi tytuł artykułu opublikowanego w magazynie „Discover", który zapewnił niezwykłej koncepcji Wheelera wielką popularność[17]. Nasza dwunożność nie tylko musiała poprzedzać powstanie wielkiego mózgu, ale też musiała być połączona z nagością skóry i silnym uzależnieniem od wody — pocenie się było jedyną gwarancją przeżycia w tym suchym i rozpalonym świecie. A o wodę, jak mówiłem, było trudno[18].

Zastanówmy się najpierw, czy są jakiekolwiek przesłanki sugerujące, że człowiek stał się „nagą małpą" już u zarania swej przygody z sawannowym życiem? Bezpośrednich brak — wszystko, czym dysponuje paleontologia człowieka, to kości i zęby, i trudno oczekiwać, byśmy prędko doczekali się naturalnych mumii naszych najwcześniejszych przodków[19]. Nasze głębokie przekonanie, że futro traciliśmy stopniowo, tak jak stopniowo podnosiliśmy się do pionu, przekonanie uwiecznione w wizerunkach coraz bardziej ludz-

kich przodków w „korowodzie hominidów”, jest nie więcej niż właśnie przekonaniem, w dodatku niemal na pewno fałszywym. Jest jednak wiele przesłanek pośrednich, które razem układają się w ciekawy i zaskakujący obraz. Aby je znaleźć trzeba wejrzeć w nasze geny… i geny naszych pasożytów. A geny — nie tylko nasze — mówią nam ostatnio coraz więcej o naszej przeszłości. To dziś nasi najcenniejsi informatorzy…

Nieodłączni towarzysze naszych dziejów

Pasożyty — w tym przypadku zewnętrzne (ektopasożyty), czyli rezydujące na skórze i w owłosieniu — towarzyszyły nam zawsze, od zarania naszych dziejów, a ich związek z nami był tak ścisły i tak długotrwały, że pozwala odtworzyć wiele faktów z najodleglejszej nawet przeszłości naszego gatunku, również takich, niekiedy szokujących, które bez nich byłyby trudne — lub niemożliwe — do wyjaśnienia.

Dla interesującej nas kwestii momentu utraty futra najważniejsze są wszy, których trzy gatunki: głowowa, łonowa i ubraniowa są kolejną z licznych osobliwości *Homo sapiens*. Wszystkie pozostałe gatunki naczelnych muszą zadowolić się tylko jednym. Fakt, że my mamy ich aż trzy, jest równie nietypowy, jak nasza dwunożność, wielki mózg i naga skóra. Zresztą z każdą z tych cech jest poniekąd związany — między dwunożnością, włosami na głowie, nagą skórą na ciele i noszeniem ubrań istnieje bardzo ścisły związek. To właśnie pierwotne rozerwanie ciągłości owłosienia naszych ciał i późniejsze jego przywrócenie pod postacią ubrań otworzyło trzy nowe „nisze ekologiczne” dla pasożytów zewnętrznych, które towarzyszyły nam od zawsze.

Wszy to wtórnie bezskrzydłe, krwiopijne owady, spędzające na swym gospodarzu całe życie — w naszym przypadku wśród włosów na skórze czaszki (*Pediculus humanus*), we włosach łonowych (*Phthirus pubis*) i na ubraniach (*Pediculus corporis* — ten ostatni „gatunek” bywa jednak uznawany jedynie za odmianę wszy głowowej). Wszy ubraniowe są najbardziej ruchliwe (bo muszą przemieszczać się z ubrania na skórę dla wypicia krwi), pozostałe niemal się nie ruszają. Niezdolne do pokonywania większych odległości, ginące niemal od razu po opuszczeniu żywiciela, wszy związały się z nami najsilniejszymi więzami, a do zakażenia nowych gospodarzy wy-

magają najbliższego — w przypadku wszy łonowych wręcz najintymniejszego — z nimi kontaktu. Nic dziwnego, że tak dobrze zapisały w swych genach szczegóły naszych dziejów. Kilka doniosłych prac na ten temat ukazało się w ciągu ostatnich lat, a to, co można w nich wyczytać, to prawdziwe sensacje (w jednym przypadku dość bulwersujące).

Zacznijmy od wszy głowowej. Szczegółowe badanie jej genów przeprowadził zespół Davida Reeda z Florydy, a ich wyniki ukazały się w internetowym czasopiśmie „PLoS Biology”[20]. Okazało się, że *P. humanus* występuje u ludzi w dwóch bardzo różniących się odmianach, z których jedna ma zasięg ogólnoświatowy, a druga ograniczona jest wyłącznie do obu Ameryk. Ten pierwszy szczep, genetycznie bardzo jednolity, dobrze ukazuje losy swych gospodarzy. W jego genotypie widoczne są np. ślady tzw. wąskiego gardła sprzed ok. stu tysięcy lat, kiedy to liczebność ich populacji drastycznie spadła, redukując zarazem genetyczną różnorodność. Potem, wraz z kolonizacją wszystkich lądów, nastąpiła demograficzna eksplozja gatunku. Oba te wydarzenia są lustrzanym odbiciem dziejów *Homo sapiens*. Historia drugiego szczepu jest znacznie bardziej zawiła i zagadkowa. Ich genetyczne zróżnicowanie jest duże, choć sama populacja jest dziś ograniczona. W ich genach nie zapisało się ani wąskie gardło, ani późniejsza eksplozja demograficzna, znaleziono tam za to coś, czego absolutnie nikt się nie spodziewał. Otóż obie populacje rozeszły się dawno, około 1,2 miliona lat temu, i odtąd żyły na różnych żywicielach. W tym czasie nie było jeszcze *Homo sapiens*. Nasze wszy głowowe żyły zapewne na różnych populacjach *Homo erectus* — afrykańskiej, z której powstali później ludzie współcześni, i azjatyckiej, która stała się ewolucyjną ślepą uliczką. Analiza genetyczna pokazuje, że ponowne zetkniecie się obu populacji *P. humanus* miało miejsce przed kilkudziesięcioma tysiącami lat, najpewniej w Azji, a to oznacza, że doszło wówczas do bardzo bliskich kontaktów kolonistów z Afryki z archaicznymi ludźmi z Azji i do „przeskoczenia” wszy tych drugich na ludzi współczesnych. Uchroniło to wszy azjatyckie przed zagładą, gdyż ich żywiciele wkrótce potem wymarli, dzisiejszym badaczom zaś dało asumpt do niezwykłych konkluzji: „Albo z nimi walczyliśmy („my” to *Homo sapiens*, „oni” to azjatycki *Homo erectus*), albo koegzystowaliśmy, albo współżyliśmy. Wszystko jedno! Ważne, że ich dotykaliśmy, a sama myśl o tym budzi we mnie dreszcz emocji”, pisze Reed. Istotnie, tylko tak można ów przeskok wytłumaczyć, a tak bliskich kontaktów żadne znalezi-

ska archeologiczne ani nawet analiza naszych własnych genów nie mogłyby zarejestrować. To niebywałe — ślad bezpośrednich kontaktów fizycznych między ludźmi (z dwóch gatunków) zapisany i utrwalony w genach żyjących dziś insektów! W następnym rozdziale zobaczymy zresztą, że nowsze badania potwierdzają kontakty ludzi współczesnych z różnymi gatunkami tak zwanych archaicznych *Homo*, nie tylko z *H. erectus*.

Jeszcze ciekawsze wnioski wysnuć można z analizy genów wszy ubraniowej, bo to jedyna właściwie metoda ustalenia, od kiedy ludzie zaczęli się przyodziewać. Badania takie prowadziło w ostatnich latach kilka zespołów, a ich wyniki w najważniejszych aspektach są zbieżne (jako grupę kontrolną przyjęto geny *P. schaeffi*, wszy żyjących na szympansach)[21]. Okazało się, że wesz ubraniowa wywodzi się od swej głowowej krewniaczki, a rozejście się obu linii miało miejsce niedawno, bo w przedziale między 72 a 42 tysiące lat temu, czyli dokładnie wtedy, gdy człowiek opuszczał Afrykę, by kolonizować świat. Ta ludzka ekspansja geograficzna znalazła odbicie w populacyjnej ekspansji wszy, wciąż czytelnej w ich genomach. Czytelne jest też ich afrykańskie pochodzenie — podobnie jak mieszkańcy Afryki, tak i afrykańskie wszy ubraniowe są znacznie bardziej genetycznie zróżnicowane niż na wszystkich innych kontynentach razem wziętych. Może to świadczyć, że wtedy właśnie przed wszami otworzyły się nowe nisze ekologiczne (ubrania) i skazane dotąd wyłącznie na głowy wszy rozpoczęły własną ekspansję na niedostępne dotąd regiony naszych ciał. Zważywszy, że wtedy też, czyli ok. pięćdziesięciu tysięcy lat temu, pojawiają się pierwsze narzędzia związane z produkcją ubrań (kościane igły i szydła), obraz wyłaniający się z tych badań staje się spójny i czytelny: ludzie zaczęli się okrywać późno w swych dziejach i zapewne tuż przed opuszczeniem Afryki, a ubrania mogły być kluczowym wynalazkiem umożliwiającym im podbój innych, pogrążonych w epoce lodowej lądów. Oznacza to więc, że przez prawie dwa miliony lat ludzie mieli nagie skóry, ale ubrań nie nosili, i dopiero wyjście z Afryki zmusiło ich do tej innowacji… i uchroniło zarazem przed ponownym nabyciem futra, jak to się stało w przypadku podobnie jak my afrykańskich z pochodzenia mamutów i nosorożców włochatych. Zwyczaj noszenia futer jest przecież niejako powrotem do utraconej przez nas w toku ewolucji sierści. Człowiek stał się kiedyś „nagą małpą”, ale potem zaczął skrzętnie swoją nagość skrywać. Najpierw z konieczności, bo gdy ciepłolubne naczelne ruszyły na podbój lodowcowej Eurazji, futro — wprawdzie „poży-

czone” — było im szczególnie potrzebne, a potem i ze wstydu, co jest kolejną z naszych licznych biologicznych osobliwości.

Dzięki wszom wiemy zatem, kiedy „wróciliśmy” do futer. Ale kiedy je po raz pierwszy zrzuciliśmy? To zawsze było dla antropologów zagadką, bo skamieniałości nie mogą nic na ten temat powiedzieć. Teraz — znów dzięki wszom — poznajemy odpowiedź i na to pytanie. Tym razem pomocne okazały się wszy łonowe, bardzo odmienne od swych głowowych krewniaczek[22]. Wszy żyjące w okolicach naszych genitaliów zamieszkują zaledwie metr od głowowych, ale genetycznie dzieli je przepaść. Za to bardzo bliskie są wszom zamieszkującym futra… goryli. Sytuacja jest zatem paradoksalna. Nasze wszy głowowe są blisko spokrewnione z gatunkiem żyjącym na szympansach, nasze wszy łonowe to krewniacy gatunku związanego z gorylami, a jedne i drugie żyją tuż obok siebie na naszym ciele i do tego jeszcze doczekały się trzeciego sublokatora — ubraniowego, który nie ma ekologicznych odpowiedników w świecie zwierząt. Jak do tego doszło?

Przeprowadzone na szeroką skalę badania nad mitochondrialnym DNA (mtDNA)[23] wszy łonowej rzucają nowe i ciekawe światło na historię wszy, a więc i naszą. Różnice pomiędzy mtDNA wszy naszych (*Phthirus pubis*) i gorylich (*Phthirus gorillae*) wykazują, że ich drogi ewolucyjne rozeszły się 3,3 (dokładniej — między 5,6 a 1,8) miliona lat temu, a więc znacznie później niż drogi ludzi i goryli (co miało miejsce przed siedmioma, ośmioma milionami lat). W momencie narodzin ludzkiej linii rodowej, ok. pięciu milionów lat temu, tak samo jak inne naczelne musieliśmy być gospodarzami jednego gatunku wszy i był to niemal na pewno przodek dzisiejszych *P. humanus* (a przy okazji też *P. schaeffi*). Jak wszystkie małpy mieliśmy jeszcze wówczas całe ciało pokryte futrem, ale na sawannie przestało nam ono być potrzebne, a włosy pozostały tylko na wystawionej na najsilniejsze promieniowanie głowie. Można więc oczekiwać, że tam schroniły się resztki naszych *P. humanus*. To, że mamy jeszcze drugie owłosione miejsce, czyli okolice łonowe, jest najprawdopodobniej efektem działania doboru płciowego i ten obszar ciała mógł zrazu być całkiem wolny od pasożytów. Jako takie okolice genitaliów stanowiły w zasadzie pustą niszę ekologiczną i tę ponad trzy miliony lat temu zajęły wszy, które przeszły na nas z goryli. Na delikatne pytanie, jak te przenoszone drogą płciową pasożyty przedostały się z goryli na człowieka (czy raczej z protogoryli na protoczłowieka), odpowiedź nie jest prosta ani wygodna. Bez wątpienia świadczy to o bardzo

bliskim kontaktach i być może swego rodzaju „dzieleniu się łożem” z gorylami, co w najlepszym (dla nas) przypadku oznacza, że któryś z naszych przodków zajął świeżo opuszczone przez goryla legowisko, w najgorszym zaś, że nie czekał taktownie, aż to legowisko zostanie zwolnione[24]. Ustalona w ten sposób data zrzucenia futra przez hominidy wyznacza dość precyzyjnie moment, gdy staliśmy się naprawdę „nagą małpą”. Zważmy — 3,3 miliona lat temu to niemal dokładnie moment, gdy dwa nieznane osobniki pozostawiły odciski swych stóp wśród sawannowej menażerii w Laetoli. Czyżby były to ślady owego pierwszego „prawdziwego człowieka”, którego tu poszukujemy?

Tyle o wszach. Jak widać, ci nieodłączni towarzysze człowieka potrafią powiedzieć bardzo dużo o naszych dziejach, jeśli wiemy, o co je pytać i jak odczytywać ich odpowiedzi. Wszy, tak samo zresztą jak inne pasożyty, nie należą do naszych ulubionych zwierzątek i mało kto potrafi przejąć się ich losem. A ten jest niepewny — silnie związane ze swymi gospodarzami, wymierają zwykle wraz z nimi. Gdy tyle gatunków jest dziś zagrożonych, w głośnym niedawnym artykule grupa naukowców wezwała, by podjąć też walkę w obronie równie zagrożonych pasożytów. Komentując ten tekst, znany ewolucjonista Carl Zimmer napisał na swym blogu: „Kiedy uczeni apelują, by zająć się losem pasożytów, nie śmiejmy się z nich — oni walczą, by uratować historię”.

I na koniec jeszcze dwa słowa o naszych własnych genach, które przecież również przechowują historię, choć w tym akurat przypadku nie tak wiernie jak geny naszych pasożytów. Czy i one mają nam coś do powiedzenia na jej temat? Jak dotąd „zapytaliśmy” o to jeden z nich i oto, co nam powiedział. Ten gen to *MC1R*, odpowiedzialny za kolor naszej skóry, a dokładniej za produkcję jej ciemnego barwnika — melaniny. Zakrojone na szeroką skalę badania porównawcze *MC1R* u ludzi z różnych współczesnych populacji ukazały fakt nieoczekiwany — w Afryce gen ten jest nadspodziewanie stabilny, poza Afryką występuje w wielu różnych wariantach. To o tyle dziwne, że genetycznie Afrykanie są znacznie bardziej zróżnicowani niż „reszta świata”, co posłużyło zresztą jako dowód istnienia Ewy mitochondrialnej i uzasadnienie koncepcji „pożegnania z Afryką”. W końcu w Afryce ewolucja hominidów trwała znacznie dłużej i obejmowała znacznie bardziej zróżnicowane grupy, nic dziwnego więc, że genetyczne wyposażenie ludzi uległo tu większemu zróżnicowaniu. Dlaczego zatem akurat

MC1R był w Afryce tak stabilny? Wyjaśnienie zdaje się bezpośrednio związane z porzuceniem sierści i odsłonięciem skóry — w warunkach silnego nasłonecznienia i intensywnego promieniowania UV tylko wzrost produkcji melaniny i pociemnienie karnacji skóry mogły zastąpić tę ochronę, jaką wcześniej zapewniało owłosienie (szympansy mają jasną skórę i zróżnicowany gen *MC1R*, ale u nich nie melanina, a futro zabezpiecza przed szkodliwym promieniowaniem). Gdy ludzie opuścili Afrykę, wszystko się zmieniło. Im dalej wędrowali na północ, tym bardziej zaczął im dokuczać — i zagrażać — niedobór, a nie nadmiar promieni słonecznych. Obfita produkcja melaniny nie była już potrzebna, należało raczej wyciszyć nadaktywny w takich warunkach gen *MC1R*. Ci, którzy mieli bardziej „leniwe" jego wersje, byli więc promowani przez dobór, przy czym sposób tej dezaktywacji był obojętny. W rezultacie *MC1R* zaczął szybko gromadzić mutacje, co pozwoliło skórze na powrót do jasnej karnacji, mimo braku owłosienia tym razem. Liczba tak zgromadzonych mutacji pozwala stwierdzić, że odrzucenie futra nastąpiło minimum 1,6 miliona lat temu, co zresztą nie wyklucza tezy, że mogło się to zdarzyć jeszcze wcześniej. Jedno jest pewne — w naszych dziejach odsłoniliśmy skórę bardzo wcześnie, na długo przedtem, zanim gatunek *Homo sapiens* pojawił się na Ziemi. To zaś mogło mieć liczne, niekiedy całkiem niespodziewane konsekwencje.

Jedna z nich, o której już wspominaliśmy, dotyczyła naszych noworodków i była to zmiana tak radykalna, że warto na koniec tych rozważań poświęcić jej nieco uwagi. Młode małpy są długo uzależnione od pomocy matki — w przypadku szympansów nawet przez dwa lata. Odżywiają się w tym czasie jej mlekiem, ale poza tym nie stanowią dla niej większego obciążenia: ruchowo są całkiem sprawne już w dzień po narodzinach, a gdy matka się przemieszcza, podróżują razem z nią, uczepione futra. To zresztą jedna z funkcji małpiego owłosienia i przyczyna manipulatorskich zdolności ich dłoni. Podobnie zapewne było również z pierwszymi hominidami — jeśli Ardi lub Lucy miały dzieci, te korzystały z ich futra podczas wspólnych wypraw w poszukiwaniu pożywienia. Przed około trzema milionami lat dokonała się jednak radykalna zmiana. Gdy hominidy stały się „nagimi małpami", musiały zrezygnować z tej wygodnej i dla matki, i dla dziecka formy wspólnego podróżowania. Odtąd młode trzeba było nosić na ręku, co pewnie wzmacniało więź między dzieckiem i matką, ale też na długo odbierało jej szanse na niezależną egzystencję. Na sawannie, gdzie i tak staliśmy

(dosłownie) na niemal straconej pozycji, oznaczać to mogło tylko jedno: długotrwałe uzależnienie karmiącej samicy od pomocy ze strony innych członków grupy, a w szczególności ojca, bo tylko on był bezpośrednio (i najsilniej) zainteresowany, by potomstwo, noszące przecież jego geny, przetrwało ten najtrudniejszy okres życia. To niejako odwróciło relacje, jakie w świecie zwierząt panują między płciami. Odtąd to samica musiała również zabiegać o względy partnera, nie tylko on o jej. Uruchomiło to lawinę procesów ewolucyjnych, a ich konsekwencją jest na przykład uroda kobiet (zadziwiający fakt, któremu Darwin poświęcił sporo miejsca w swym *Pochodzeniu człowieka*, ale zadowalającej odpowiedzi nie znalazł) i ich stała receptywność płciowa.

Naga skóra mogła więc w pewnym sensie wypromować ludzką monogamię i rodzinę (oraz instytucję świadomego ojcostwa), ale mogła mieć i dalej idące konsekwencje, z narodzinami języka włącznie! Tak przynajmniej uważa znana antropolożka Dean Falk z Floryda State University, która twierdzi, że pierwocinami ludzkiej mowy były krzyki niemowląt pozostawionych na ziemi przez matki, gdy miały one ręce zajęte jakąś inną czynnością, na przykład zrywaniem owoców lub wykopywaniem bulw. Małpia matka może pozostawać zawsze w kontakcie z uczepionymi jej futra dzieckiem. Gdy futra zabrakło, pozostawał tylko kontakt głosowy.

Jak pamiętamy z poprzednich rozdziałów, wiele z naszych wyjątkowych cech łączyć można z neotenią, czyli spowolnieniem rozwoju osobniczego, sprawiającym, że dorośli ludzie zachowują dziecięce (lub młodzieńcze) cechy swych małpich przodków. Jesteśmy poniekąd niedojrzałymi małpami. Tak można tłumaczyć nasze nagie ciała delikatną budowę kości i zębów, wielkie mózgi oraz — a może przede wszystkim — swoisty „infantylizm” naszej psychiki: trwającą do późnej starości zdolność (i chęć) do nauki, ciekawość świata i skłonność do zabawy. Ale nie jesteśmy po prostu przerośniętymi dziećmi, ani też — jak aksolotle — zdolnymi do rozrodu małpimi larwami[25]. Niektóre z naszych cech przypominają juwenilne etapy małpiej egzystencji, inne nie. Na przykład proporcje kończyn — w tym długie i przystosowane do biegu nogi — to stosunkowo późna adaptacja do życia na sawannie, a nie wspomnienie najodleglejszej przeszłości. Noworodki mają krótkie i zakrzywione kończyny dolne, ale z wiekiem z tej wyraźnie małpiej cechy wyrastamy.

Na ludzką neotenię można jednak spojrzeć inaczej. Gdy zwierzę zatrzymuje się na etapie swojej „larwalnej” postaci, odcina niejako część swojej osobowości — tę, która ujawnia się dopiero na dorosłym etapie życia. Są to najczęściej cechy ściśle wyspecjalizowane, zarówno anatomicznie, jak społecznie i psychicznie. Młode osobniki są, najogólniej mówiąc, otwarte na zmiany i dopiero z wiekiem się „zamykają”. Trudno się dziwić. Tuż po narodzinach nie mogą wszak wiedzieć, jak potoczy się ich życie, muszą więc być „totipotentne” (tzn. zdolne do przyjęcia wszystkich form; tak jak komórki macierzyste, które mogą przekształcić się w dowolne komórki dorosłe). Dojrzewanie to proces zamykania kolejnych, przynajmniej potencjalnie dostępnych wcześniej możliwości. W miarę, jak dowiadujemy się coraz więcej o świecie, w którym przyszło nam żyć, możemy pozbywać się bagażu niepotrzebnych już, a wziętych jedynie na wszelki wypadek przedmiotów. W tym sensie dojrzewanie jest ubożeniem, a nasza ewolucyjna neotenia, pozbawiając nas wielu cech wyspecjalizowanych, wzbogaciła nas zarazem w cechy otwarte, które mogliśmy wykorzystać w dowolnym, nieprzewidywalnym z góry, środowisku. Stawanie się człowiekiem możemy więc widzieć nie tyle jako proces nabywania nowych, ściśle ludzkich cech, co pozbywanie się wielu cech (zwierzęcych) przodków, które przestały nam być potrzebne. Mówiąc najbardziej ogólnie — antropogeneza może być bardziej procesem odejmowania niż dodawania! Taka teza dorobiła się już nawet naukowego określenia — *less is more hypothesis*[26]. W kolejnym rozdziale przyjrzymy się bliżej, co to oznacza.

[1] I pewnie już nie wypracuje, bo dobór nie jest już kluczowym czynnikiem ewolucji człowieka, a anachroniczne reakcje w gabinecie szefa nie przekładają się raczej na liczbę pozostawionego przez nas potomstwa.

[2] W tym przypadku można mówić o faktycznym odkryciu, bowiem Mauritius, podobnie jak sąsiednia wyspa Rodriguez, nie był zamieszkany przez ludzi, choć przed Holendrami docierali tam żeglarze arabscy i portugalscy. Na Rodriguez żył podobny do dodo ptak zwany samotnikiem, też już wymarły. Oba zaliczane są dziś do odrębnej rodziny w obrębie gołębiowatych, zwanej drontami.

[3] Ta piękna historia, jak wiele podobnych, może nie być do końca prawdziwa. Jej autorem jest Stanley Temple, który przeprowadził doświadczenia, w których zastąpił dodo dzikimi indykami i kazał im odżywiać się owocami kalwarii — z trzynastu podanych owoców trzy wykiełkowały (to zresztą może być, zdaniem Temple'a, metoda na podtrzymanie tego gatunku). Jego praca na ten temat ukazała się w 1977 roku w „Science" i jest do dziś często cytowana. Krytycy wskazują jednak, że wiek *Calvaria maior* trudno ustalić, gdyż jego drewno nie ma słojów przyrostu, więc nie wszystkie z żyjących dziś okazów muszą pamiętać ostatnie dodo. Również brak naturalnych siewek nie jest pewny, bo są one bardzo podobne do innych młodych drzew i łatwo je przeoczyć. Wreszcie, doświadczenia z indykami nie były przeprowadzone rygorystycznie, a co więcej, dodo nie musiał być jedynym konsumentem tych owoców — podobną rolę mogły odgrywać też już dziś wymarłe wielkie żółwie, żywiące się owocami nietoperze oraz wielkodziobe papugi *Lophopsittacus mauritianus*, wymarłe w XVII wieku.

[4] O tym, że słonie nie są tak wielkie „z natury", a jedynie w wyniku wyścigu zbrojeń z drapieżnikami, świadczą niezliczone przykłady ich miniaturyzacji na wyspach, gdzie z racji niewystępowania naturalnych wrogów mogły z tego wyścigu zrezygnować.

[5] U niektórych zwierząt, głównie prymitywnych gadów, istotnie nadal występuje trzecie oko, tzw. oko ciemieniowe. U nas pozostałością po nim jest szyszynka [przyp. red.].

[6] I babć, rzecz jasna, a nawet babć przede wszystkim. Ale w polszczyźnie babcia i dziadek to dziadkowie, a nie „babciowie".

[7] A bynajmniej nie musiało, bo dobór nie przewiduje przyszłości i z pewnością nie „wiedział", ze będziemy potrzebować sprawnych rąk, by móc w pełni wykorzystać naszą inteligencję. Los delfinów, zwierząt o wielkich mózgach i nadzwyczajnej inteligencji, ale o opływowych ciałach, z których nic, co mogłoby stawiać opór wodzie, nie wystaje, pokazuje, że i dla nas taki scenariusz był całkiem realny. Można spotkać się z poglądem, że gdyby delfiny miały ręce lub jakiekolwiek inne chwytne przydatki, mogłyby się stać drugim po człowieku gatunkiem zdolnym do stworzenia cywilizacji i wkroczenia na ścieżkę ewolucji kulturowej. Wizja Ziemi o dwóch cywilizacjach — lądowej i morskiej

— jest może niezwykła, ale ewolucyjnie niewykluczona. Gdyby tylko delfiny miały ręce… jak ośmiornice na przykład!

[8] Stąd dawny takson Pachydermata, czyli „gruboskórce", którym kiedyś obejmowano wielkie bezwłose ssaki lądowe.

[9] Na tej wysokości (około czterech mm) temperatura jest niższa o kilka stopni niż przy samym gruncie.

[10] Mrówki z gatunku *Cataglyphis bicolor* żyjące na pustyni w palącym słońcu przeżywają około tygodnia, przeniesione eksperymentalnie w chłodniejsze warunki dożywały kilku lat.

[11] Osobniki wypuszczone przez eksperymentatorów na powierzchnię przy niższych temperaturach padały ofiarą drapieżników średnio po pięciu minutach.

[12] Termofilność to dosłownie „zamiłowanie do gorąca". Jest to nazwa nieco myląca, bo, jak widzieliśmy, chodzi tu raczej o ewolucyjny przymus, a nie „świadomy" wybór.

[13] Autorem tej, początkowo dla wielu antropologów osobliwej hipotezy (sceptycy nazwali ją „hipotezą szalonych psów", od słów popularnej piosenki Noela Howarda *Mad dogs and Englishmen go out in the mid-day sun* [W samo południe na słońce wychodzą tylko szalone psy i Anglicy] był Peter Wheeler z John Moores University w Liverpoolu, który przedstawił ją po raz pierwszy w 1991 roku na łamach „Journal of Human Evolution".

[14] Nawiasem mówiąc teza, że szympansy odziedziczyły (częściową) mięsożerność po przodkach, dobrze współgra z koncepcją Gribbina i Cherfasa, że w swych dziejach przeszły one przez fazę życia na znacznie bardziej bezdrzewnych obszarach niż dziś. Inaczej trudno byłoby zrozumieć, skąd bierze się ich zdolność do dwunożnego chodu oraz skłonność do jadania (i zdobywania) świeżego mięsa.

[15] I do dziś nam to pozostało. Pocenie się dłoni i stóp bywa kłopotliwym atawizmem, wykorzystywanym np. w wariografach (wykrywaczach kłamstw), które rejestrują nieświadomą reakcję na stan zagrożenia. Pomijam nieprzewidziane wezwania do szefa, bo była już o tym mowa. [jak również fakt, że faktyczna przydatność wariografów jest żadna — przyp. red.].

[16] Najwięcej informacji na ten temat znaleźć można w ciekawej książce *Blizny po ewolucji* (Anadiomene, Warszawa 2010). Autorka, Elaine Morgan, to niestrudzona popularyzatorka hipotezy o wodnej przeszłości naszego gatunku.

[17] Tim Folger, *The Naked and the Bipedal*, „Discover" 11, 1993.

[18] Na amerykańskich pustyniach żyje niezwykły owad zwany „cykadą Apaczów" (*Diceroprocta apacha*), który jako jedyne poza człowiekiem zwierzę wykorzystuje pocenie się do chłodzenia ciała. Owad ten gromadzi do tego celu wodę z soków roślinnych, którymi się odżywia, a dzięki sprawnemu mechanizmowi chłodzenia może być aktywny podczas najgorętszych godzin dnia i w ten sposób unika zagrożenia ze strony polujących na niego ptaków.

[19] Choć całkiem wykluczyć tego nie można. Wprawdzie najstarsze naturalne mumie człowieka liczą sobie nie więcej niż kilka tysięcy lat (Oetzi z alpejskiego lodowca ma ok. pięciu tysięcy lat), ale znane są znakomicie zachowane ciała ssaków z pełnym owłosieniem sprzed pięćdziesięciu milionów lat (z osadów jeziornych w Messel w Niemczech), gdzie znaleziono nawet domniemanego praprzodka człowieka, słynną Idę (*Darwinius*

massilae) należącą do wczesnych naczelnych. Takie znaleziska są jednak skrajnie rzadkie i jak dotąd nie udało się na nic takiego natrafić w Afryce.

[20] David L. Reed et al., *Genetic Analysis of Lice Supports Direct Contact between Modern and Archaic Humans*, „PLoS Biology", 5 października 2004.

[21] Zob np.: Bruce Bower, *Lice hang ancient date on first clothes*. „ScienceNews", 8 maja 2010.

[22] Zob. np. David L. Reed et al., *Pair of lice lost or parasites regained: the evolutionary history of anthropoid primate lice*, „BMC Biology", vol. 5, nr 7, 2007.

[23] Geny obecne są nie tylko w jądrze na chromosomach (to tzw. geny autosomalne), ale też w organellach komórkowych, takich jak mitochondria i chloroplasty. Badanie tych ostatnich jest znacznie prostsze, bo tych genów jest mało, a mitochondriów w każdej komórce dużo. To dlatego „Ewę mitochondrialną" odkryto znacznie wcześniej, niż udało się odczytać pełen genom (autosomalny) człowieka. Z wszami, jak widać, było podobnie.

[24] Lub przeciwnie — być może to goryle, jako większe i silniejsze zainicjowały ów kontakt.

[25] Którym można sztucznie wydłużyć życie, by „wyrosły" ze swojej dziecięcej postaci — bohater powieści *After Many a Summer Dies the Swan* Aldousa Huxleya (1939), hollywoodzki milioner, zdobywa sekret przedłużonego życia i… przeobraża się w końcu w dorodnego goryla.

[26] Dla językowo opornych: „hipoteza mówiąca, że mniej to więcej". Po polsku nie brzmi to dobrze, więc tłumaczę tylko w przypisie [przyp. red.].

Rozdział dziewiąty

Mniej zwierzęcia, to więcej człowieka

Hipoteza *less is more*, początkowo uznawana za bardzo prowokacyjną, została sformułowana przed kilku laty. W pierwotnym kształcie odnosiła się zresztą do zdolności językowych, a nie rozwoju organizmów — jej autorka, Elissa Newport, sugerowała, że jednym z czynników językowych sukcesów dzieci są ich znacznie mniejsze niż u dorosłych zdolności poznawcze, dzięki czemu mogą one skupiać się na poznawaniu nowych słów i nowych konstrukcji gramatycznych. W kontekście powstania człowieka kariera idei „mniej to więcej" rozpoczęła się z chwilą odczytania pełnego genomu szympansa w 2005 roku, co — jako że pełen genom człowieka poznaliśmy już pięć lat wcześniej — pozwoliło na porównanie wyposażenia genetycznego obu gatunków i poszukiwanie w różniącym je DNA (a to raptem 1,23 procenta!) tzw. genów człowieczeństwa, czyli takich, których nabycie pozwoliłoby wyjaśnić naszą wyjątkowość. Wydawało się bowiem oczywiste, że człowiek powinien mieć jakieś nowe i specyficznie ludzkie cechy (więc i geny), które zostały dodane do naszego zwierzęcego bagażu i w ten sposób zostaliśmy wzbogaceni o coś, czego przedtem nie mieliśmy. Takich genów, poza kilkoma, o których przyjdzie nam jeszcze powiedzieć, jak na razie nie udało się znaleźć, ale przy okazji wyszło na jaw coś innego i całkiem niespodziewanego — że w toku ewolucji człowiek *utracił* znaczną część genów, które u małp są wciąż aktywne. Tak narodziła się hipoteza, że

może właśnie wyłączając niektóre „zwierzęce” funkcje, człowiek mógł wkroczyć na nieprzetartą jeszcze drogę uczłowieczenia. Mając w sobie mniej zwierzęcia, mógł zyskać coś, czego żadne zwierzę nie miało.

Takich „deficytów zwierzęcości” jest wiele i wszystkie one mówią coś ważnego o naszym człowieczeństwie. Do tej kategorii można zaliczyć utratę sierści i ogólną gracylizację budowy. Mamy mniej masywne kości, słabiej rozwinięty przewód pokarmowy, mało prognatyczną twarz i słabsze mięśnie. W przypadku mięśni szczęk zmiana mogła mieć bezpośredni wpływ na rozwój szczególnie ludzkiej cechy, kiedy bowiem jeden z genów kontrolujących te mięśnie został deaktywowany, zaowocowało to osłabieniem naszego aparatu gryzienia, a w efekcie i delikatniejszą budową samych kości szczękowych, więc również i zębów. Prawdopodobnie wiązało się to z rosnącym udziałem mięsa w naszym jadłospisie (materiał roślinny wymaga długotrwałego i obciążającego szkielet czaszki żucia), a także upowszechnieniem stosowania ognia do obróbki pożywienia. Nieoczekiwanym, ale potencjalnie rewolucyjnym efektem ubocznym tych zmian było „wygospodarowanie” zwolnionego w ten sposób miejsca w czaszce na inne potrzeby, np. rozwój mózgu, który to narząd zyskał nowe możliwości ekspansji.

Użycie ognia mogło przynieść i inne pożytki poza zmiękczaniem twardych pokarmów, a także tłumaczyć kolejne „genowe straty” charakteryzujące nasz gatunek. W wysokiej temperaturze rozkładowi ulega wiele trujących związków, co pozwoliło naszym przodkom na jedzenie nadpsutego mięsa (ogień przy okazji niszczył obecne w nim pasożyty i ich jaja), a także chroniło ich przed skutkami zatrucia toksynami produkowanymi przez rośliny. Może to też tłumaczyć zagadkową utratę wielu genów związanych ze zmysłem smaku, w szczególności tych odpowiadających za rozpoznawanie goryczy. Podobnie można interpretować nasze bardzo marne w porównaniu z innymi zwierzętami zdolności węchowe — u małp w ogóle, a u człowieka w szczególności została wyłączona prawie połowa genów kodujących białka receptorów węchowych[1]. Tendencja, która pojawiła się wraz z ujarzmieniem ognia, została wzmocniona w chwili udomowienia psów, których fenomenalnie sprawnych nosów zaczęliśmy używać zamiast własnych. Do tych ciekawych spraw wrócimy w zakończeniu rozdziału, teraz zaś przyjrzyjmy się jeszcze kilku innym, mało znanym, a niezwykłym brakom naszej anatomii i fizjologii.

Worki powietrzne

Każdy pewnie widział rechocące samce żab, które podczas zbiorowych tokowisk przywołują partnerki. Osobnik, który woła najgłośniej, ma największe szanse na prokreację. Aby wzmocnić swe atuty, samce żab wykorzystują mechanizm rezonatorów — worków powietrznych, osiągających nieraz monstrualne rozmiary. Mało kto wie jednak, że takie powietrzne rezonatory ma również większość ssaków, w tym prawie wszystkie naczelne i wszystkie małpy człekokształtne. Z jednym charakterystycznym wyjątkiem. Narząd ten nie występuje u człowieka[2].

Worki powietrzne to znajdujące się w pobliżu krtani skórne uchyłki, które pod wpływem pompowanego do nich podczas wydychania (tak — nie w czasie wdechu!) powietrza mogą znacznie zwiększać pojemność; w przypadku największych (u orangutana) aż do sześciu litrów! Funkcja tych dziwnych struktur nie jest dobrze poznana (i u różnych gatunków może być różna), ale wydaje się, że działają one jako komory rezonacyjne i wspomagają wydawanie dźwięków, zwłaszcza podczas godów. Wskazuje na to fakt, że u samców są one zwykle większe niż u samic, a operacyjne usunięcie lub przedziurawienie zmienia skalę i wysokość głosu. Ponieważ worki powietrzne występują u wszystkich naszych najbliższych krewnych, wydaje się pewne, że miał je także wspólny przodek człowieka i szympansa i wczesne hominidy. Potem jednak z jakichś powodów zanikły. Są na to dowody kopalne, gdyż o ich obecności (lub braku) można wywnioskować na podstawie kształtu i wielkości podtrzymującej język kości gnykowej, a ta czasem — choć bardzo rzadko — ulega fosylizacji. I tak np. kość gnykowa zachowała się w odkrytym w Etiopii szkielecie tzw. dziewczynki z Dikika, należącej do gatunku *A. afarensis* (tego samego, do którego należała Lucy). Znajdujące się na niej specjalne wyrostki (zwane *bullae*) świadczą, że u tego gatunku australopiteków (a w domyśle — u wszystkich australopiteków) worki powietrzne jeszcze występowały. Ponieważ wiek znaleziska z Dikika to ok. 3,4 miliona lat, można wnioskować, że nasi przodkowie używali takich rezonatorów przez co najmniej trzy miliony lat już po rozejściu się linii człowieka i szympansa. Potem jednak musieli z tej formy wzmacniania głosu zrezygnować, gdyż znane są szkielety neandertalczyków (w szczególności okaz zwany Mosze z jaskini Kebara w Izraelu)

i wcześniejszych hominidów (*H. heidelbergensis*), których kość gnykowa pozbawiona jest *bullae*. Najwyraźniej worki powietrzne zanikły w naszej linii rodowej gdzieś pomiędzy trzema i pół a milionem lat temu. Na pytanie dlaczego, nie ma dobrej odpowiedzi, ale wydaje się prawdopodobne, że mogło to mieć związek z powstaniem języka i przejściem na mniej hałaśliwe formy komunikacji, do czego mogło doprowadzić życie na sawannie, gdzie sygnalizowanie obecności donośnym krzykiem jest raczej kiepskim sposobem na dochowanie się licznego potomstwa.

Penisy

Jeśli worki powietrzne miały jakiś związek z prokreacją (a pewnie miały), nie był to związek bezpośredni i nie przetrwał — być może nasze samice zaczęły cenić u swych partnerów coś innego niż donośny głos. Natomiast kolejny tajemniczy brak, o którym chciałbym teraz powiedzieć, jest już całkiem bezpośrednio związany z rozmnażaniem i dotyczy organu, który w tym procesie odgrywa nader istotną rolę, a mianowicie penisa. Jak się okazuje, człowiek jest jedynym naczelnym i jednym z nielicznych kręgowców, którego penis pozbawiony jest wzmacniającej go kości (tzw. prąciowej — *os penis*) i specyficznych wyrostków rogowych[3] pokrywających jego trzon. Oba te detale anatomii człowieka są zadziwiające[4].

O braku kości prąciowej wiadomo było od dawna, bo trudno go nie zauważyć — ludzie wykorzystywali zwierzęce *os penis* już w neolicie, gdyż ze względu na wygięty kształt świetnie nadają się na narzędzia. Wśród ssaków taką kość mają samce (u samic występuje czasem homologiczna, choć mniejsza, tzw. kość łechtaczkowa) wszystkich naczelnych, gryzoni, drapieżnych i nietoperzy, choć brak jej np. u koni, słoni i wielorybów. W każdym razie wszyscy nasi bliscy biologicznie krewni, w tym szympansy, goryle, orangutany i gibony mogą się kością prąciową pochwalić (choć nie są u nich wielkie — największą w stosunku do wielkości ciała mają małe małpiatki zwane galago). Funkcja *os penis* jest oczywista — ułatwia samcom osiąganie erekcji, a właściwie nawet ją gwarantuje, choć zwykle takie mechaniczne wspomaganie jedynie towarzyszy „hydraulicznemu” sposobowi osiągania wzwodu, a nie zastępuje go. Jej przydatność doceni bez wątpienia każdy, kto miał z tym kłopoty i każdy też będzie sobie zadawał pytanie, dla-

czego natura poskąpiła nam czegoś tak użytecznego. Odpowiedź nie jest prosta. Pojawiła się na przykład hipoteza, że jest to wynik doboru płciowego u hominidów, których samice (a potem kobiety) wybierały samców (mężczyzn) o najlepszych walorach zdrowotnych, testując niejako w ten sposób sprawność ich układu krwionośnego, wydajność serca i siłę samokontroli. Spekulowano też, że może to wynikać z nabycia stałej receptywności przez kobiety — o ile samce innych gatunków muszą być nieustannie gotowe do kopulacji w razie napotkania samicy w rui, u ludzi rozwinął się system scementowanych, stałych związków, w których kopulacja nie miała tego elementu zaskoczenia, tak że samiec/mężczyzna mógł stopniowo osiągać stan pobudzenia. Wszystko to nie zmienia jednak faktu, że pozbyliśmy się w ten sposób „urządzenia", które w wielu przypadkach mogłoby bardzo się przydać.

Duchy dawnych genów

Na kolejny brak w naszym płciowym „oprzyrządowaniu" natrafiono niedawno i to przy okazji badań genetycznych, nie anatomicznych, a ze względu na nośność tematu ich wyniki odbiły się szerokim echem w prasie światowej. Tym razem zaczęło się od tego, że międzynarodowy zespół przeszukiwał nasze geny w nadziei znalezienia wśród nich tych wyjątkowych ludzkich nabytków, które zadecydowały w jakiś sposób o naszej wyjątkowości, a zamiast tego znalazł interesujące braki, w dodatku odnoszące się do dwóch kluczowych dla każdego zwierzęcia organów: mózgu i penisa[5]. Badania polegały na porównaniu ludzkich genomów z genomami szympansów oraz innych ssaków i wyławianiu takich fragmentów, które u szympansów i innych ssaków są takie same (lub bardzo podobne), u ludzi zaś wykazują znaczące różnice. Znaleziono 583 takie fragmenty — nazwane hCONDEL (akronim pochodzi od angielskiego *highly conserved deletions*) — i, jak sama nazwa wskazuje, dotyczyły one nie jakichś szczególnych nowych nabytków, ale delecji, czyli odcinków, które zostały z naszego genomu wymazane, a u szympansów i wszystkich innych ssaków są wciąż obecne. Co ciekawe, ogromna większość z nich to nie geny (czyli odcinki kodujące białka), ale tzw. sekwencje wzmacniające (enhancery), które same wprawdzie nic nie kodują, ale umieszczone są w pobliżu aktywnych genów

i wspomagają oraz regulują transkrypcję zawartych w nich informacji. Okazało się, że większość z nich skupia się w dwóch charakterystycznych obszarach genomu: w bliskim sąsiedztwie genów odpowiedzialnych za produkcję neuronów w mózgu oraz w pobliżu genów kontrolujących odpowiedź organizmu na hormony płciowe — testosteron i estrogen. U szympansów i myszy jeden z tych enhancerów kieruje u płodów produkcją tzw. AR (receptorów androgenu), czyli białek występujących w określonych miejscach twarzy i genitaliów. W miarę rozwoju płodu te AR-y powodują wzrost włosków czuciowych (*vibrissae*) na twarzy i keratynowych wypustek na prąciu, a obie te struktury są połączone z zakończeniami komórek nerwowych, tak że ich ucisk wywołuje specyficzne reakcje czuciowe. Ich funkcje są dobrze znane: włoski czuciowe (np. „wąsy" u kotów lub myszy) są narządem zmysłów przydatnym np. przy poszukiwaniu pożywienia, wypustki na prąciu wzmacniają pobudzenie podczas kopulacji i przyśpieszają tym sam akt płciowy. Spośród wszystkich ssaków tylko u ludzi odcinki DNA odpowiedzialne za te funkcje zostały wymazane i w rezultacie ludzie nie mają wąsów czuciowych, a ich penisy zostały całkiem ogołocone z dodatkowych stymulatorów. Tylko po co?

Brak u ludzi „włosków czuciowych" niełatwo wyjaśnić. Być może ma to związek z naszą wyprostowaną postawą i faktem, że głowa została wysoko uniesiona, a dodatkowo może z wyjątkowo (znów!) bujnym zarostem, jaki się na twarzach samców naszego gatunku rozwinął (w tym przypadku jednak należałoby sformułować osobne wyjaśnienie braku takich struktur u kobiet). Jednak niezależnie od przyczyn tego braku znacznie bardziej interesują nas tutaj penisy niż twarze. Dlaczego akurat u nas zostały one pozbawione wcześniejszego oprzyrządowania (pamiętajmy o *os penis*)? Zdaniem autorów cytowanej pracy wiązało się to z przyjęciem w naszej linii monogamicznego modelu rodzinnego, niezwykle rzadkiego u ssaków, oraz z koniecznością wzmocnienia więzów łączących partnerów seksualnych, do czego wydłużenie czasu kopulacji (przez pozbawienie penisów części bodźców) mogło z pewnością się przyczynić (o ile średnia długość aktu płciowego u szympansów wynosi zaledwie 8,2 sekundy, to u człowieka trwa to piętnaście razy dłużej — wedle słynnych badań Alfreda Kinseya średnio około 120 sekund)[6].

Z badań McLean, Reno i Pollena wynika jeszcze jedna ciekawa konkluzja. Otóż czasem delecja genów może prowadzić do wzmocnienia efektów

ich ekspresji. I to, w tym przypadku, efektów kluczowych dla człowieka, a mianowicie wielkości mózgu. Poza genem *AR* naukowcy zbadali dokładnie jeszcze jeden gen o nazwie *GADD45G*, który podobnie jak *AR* jest enhancerem i u człowieka został unieczynniony. U szympansów i myszy gen ten jest aktywny w tym obszarze mózgu, gdzie produkowane są nowe neurony, ale jego funkcja polega na hamowaniu tej aktywności (utrzymanie dużego mózgu jest, jak pamiętamy, niezwykle kosztowne i wcale nie zawsze się opłaca). Tracąc taki hamulec, człowiek zniósł więc naturalną barierę powstrzymującą aparaturę produkcji neuronów przed nadmierną aktywnością. Brzmi to sensacyjnie — czyżbyśmy nasz najcenniejszy klejnot rodowy (wielki mózg) zawdzięczali wyciszeniu genu, który pozostaje aktywny u wszystkich naszych bliższych i dalszych biologicznych krewnych?

Co się dzieje z unieczynnionymi genami? Otóż nie znikają one z genomu, gdyż ich trwałe wymazanie wymagałoby dodatkowej pracy, a przede wszystkim planowego działania, ale pozbawione znaczenia gromadzą w sobie przypadkowe błędy (mutacje), co ostatecznie prowadzi do pełnej utraty ich zdolności do ekspresji. W toku ewolucji narządy nieużywane nieodmiennie marnieją i ta sama reguła działa na poziomie genów. Wraz z utratą znaczenia ich funkcji znika też konieczność ich stałego monitorowania, wychwytywania błędów i napraw. Osłabienie gorsetu doboru naturalnego prowadzi zawsze do akumulacji w genach błędów i wreszcie do ich trwałej inaktywacji. Same geny jednak pozostają — bo nikt nie usuwa sekwencji nukleotydów (czyli „liter” A, C, G i T, z jakich się składają) — tyle że z czasem komendy te stają się niezrozumiałe i nie mogą być wykonywane. Geny zamierają, ich miejsce zajmują pseudogeny — pozbawione biologicznego sensu ciągi liter, jedynie pozornie przypominające dawne instrukcje. Nasz genom jest dosłownie zapchany pseudogenami (a także „duchami” dawnych wirusów, też już nieaktywnych) — jak dotąd doliczono się ich ponad dziewiętnastu tysięcy, a to niemal dokładnie tyle, ile jest genów czynnych (ok. dwudziestu dwóch tysięcy). Te szczątki dawnych genów (o różnym, zależnym od czasu stopniu degeneracji) są niczym archeologiczne artefakty: kiedyś używane, ale dawno już porzucone, pozwalają wniknąć w życie naszych przodków, rekonstruować ich zachowania i datować przełomowe momenty ich egzystencji (utrata funkcji genów odzwierciedla zmiany behawioru ich nosicieli).

Polowanie na takie „archeologiczne” pseudogeny trwa już od wielu lat, a największym jak dotąd przełomem była praca Jianzhi Zhanga i współpracowników opublikowana w „PLoS Biology” w 2006 roku. Zhang chciał sprawdzić, które geny ludzie utracili, kiedy to nastąpiło i czy brak jakichś małpich (lub w ogóle „zwierzęcych”) genów mógł nam przynieść jakieś specyficzne dla gatunku korzyści. Praca była iście benedyktyńska — w trzech miliardach liter kodu genetycznego niełatwo odnaleźć sekwencje, które przypominają (często już bardzo słabo) funkcjonalne geny, oddzielić te, które nigdy prawdziwymi genami nie były, i wreszcie z pozostałych wybrać takie, które mają wciąż aktywne odpowiedniki u szympansów (bo tylko te są autentycznie „ludzkimi delecjami”). Dostępność ogromnych baz danych ludzkich i małpich pseudogenów pozwoliła przyśpieszyć pracę, a w rezultacie udało się wytypować osiemdziesiąt pseudogenów, które spełniały te warunki, mogły więc rzucić światło na naszą ewolucję i jej osobliwości. Następnym krokiem było przekopanie się przez inną bazę danych, zwaną Gene Ontology, opisującą wszystkie znane funkcje genów[7]. To pozwoliło ocenić funkcjonalne znaczenie tych „strat”. Jak się okazało, wśród tych „genetycznych skamieniałości” zdecydowanie przeważały geny węchu, receptorów smaku (goryczy) i geny związane z układem odpornościowym. Wszystkie te braki dawały się logicznie wpisać w znany scenariusz ludzkich dziejów — z tych genów, które z naszego programu genetycznego zostały usunięte, można odczytać zmiany diety, opanowania ognia, łowiectwa, udomowienia zwierząt i osiadłego trybu życia (oraz związanych z tym dawnych epidemii chorób, dziś już przezwyciężonych). Przyszła kolej na sprawdzenie, czy którakolwiek z tych delecji była aktywnie faworyzowana przez dobór, co by oznaczało, że dawała jakieś wymierne korzyści. Większość ludzkich pseudogenów zamilkła już dawno, więc powody ich uciszenia też dawno zniknęły, ale są w naszym genomie i takie, które nie zostały jeszcze do końca wyłączone, a proces (i powód) ich delecji można obserwować niejako na bieżąco. Jednym z nich jest specyficzny dla człowieka pseudogen *CASP12*, wciąż aktywny u małp i wszystkich innych ssaków, a u nas już wyłączony, choć nie do końca. O ile bowiem *CASP12* jest nieaktywny u wszystkich nie-Afrykanów, to u niektórych (choć nielicznych) mieszkańców Afryki wciąż produkuje funkcjonalne białka. Porównanie ludzi, u których *CASP12* nie funkcjonuje, z tymi, którzy mają jego funkcjonalną wersję, zdaje się sugerować powód tego wyciszenia — ci pierwsi

mają większą odporność na sepsę (posocznicę), bardzo groźną bakteryjną chorobę krwi.

Gen *CASP12* jest (a dla większość z nas raczej był) związany z regulacją aktywności układu immunologicznego. Reakcje odpornościowe muszą być często moderowane, gdyż zbyt silna odpowiedź na obce ciała może zagrażać organizmowi (kto nie wierzy, niech spyta znajomego alergika). Otóż *CASP12* służył do hamowania nadaktywności tego układu, co pełniło w toku naszej ewolucji ważne funkcje. Potem jednak z powodu zmiany środowiska lub mutacji w innych partiach genomu ta delikatna równowaga została zaburzona i teraz posiadanie aktywnego *CASP12* powoduje w pewnych przypadkach zbyt słabą reakcję obronną i niezdolność do pokonania niektórych infekcji. „Wyłączenie tego genu — powiada Zhang — przywraca normalną reakcję i wzmacnia nasze możliwości obronne”. Zespół Zhanga wyliczył nawet moment tego wyłączenia. Nastąpiło to między 74 a 51 tysięcy lat temu, a więc tuż przed opuszczeniem Afryki przez pierwszych kolonistów, których potomkowie mieli później opanować cały świat. To dlatego wszyscy nie-Afrykanie mają już nieaktywny *CASP12* (i są bardziej odporni na sepsę), a niektórzy Afrykanie pozostali z aktywną, wciąż jeszcze niewyciszoną jego wersją.

To, co dzieje się obecnie z genem *CASP12*, zachodzi też, acz na znacznie mniejszą skalę, ze wszystkimi innymi genami. Pamiętajmy, że ludzki genom odzwierciedla nasze historyczne przystosowania do środowisk i warunków, jakie już dziś nie istnieją, lub — przynajmniej w wielkich miastach i klimatyzowanych wnętrzach — nie wpływają na nasze życie. Wiele adaptacji dziś do niczego nie służy, inne jeszcze nie zdążyły się wykształcić (i raczej nie zdążą, bo dobór naturalny w warunkach kontroli urodzin i opieki medycznej nie spełnia już swojej funkcji). Na świecie wciąż rodzą się dzieci z wrodzoną awersją do węży, choć znacznie lepiej byłoby, gdyby zamiast tych gadów bały się np. gniazdek elektrycznych, bo to znacznie bardziej realne zagrożenie. Każdy z nas podlega mutacjom i każdy gen może być przez odpowiednie mutacje wyłączony, tyle że większość takich mutacji zachodzi w komórkach somatycznych i tym samym nie przechodzi do następnego pokolenia, a jeśli nawet — gdy zdarzyły się w gametach — przechodzą, to mutacje (które zwykle są szkodliwe) i tak są usuwane przez dobór naturalny z puli genowej. Ostateczne uciszenie genu, czyli jego całkowita pseudogenizacja, nie jest prostą sprawą. Natomiast wyłączanie ge-

nów zdarza się powszechnie i każdy z nas jest nosicielem coraz liczniejszych mutacji (bo ludzka pula genowa, za sprawą medycyny i kontroli urodzin „wzbogaca się" o wciąż nowe błędy) i żywym obiektem naturalnych eksperymentów genetycznych. Dzięki temu dysponujemy bogatym materiałem porównawczym do badania, ilu jeszcze genów moglibyśmy się pozbyć lub, inaczej mówiąc, czy wszystkie nasze genetyczne programy są nam rzeczywiście potrzebne. Czy obok genetycznego bełkotu, który i tak stanowi 98 procent naszego DNA, również w pozostałych dwóch procentach genomu jest pewien nadmiar, który moglibyśmy bez szkody dla zdrowia usunąć.

Taka praca niedawno się ukazała, jej (współ)autorką jest Bryndis Yngvadottir[8] (piękne islandzkie nazwisko, swoją drogą, a Islandczycy — jako izolowana od tysiąca lat populacja — są bardzo czuli na punkcie specyfiki swych genów i potencjalnych zagrożeń związanych z częstym na wyspie krzyżowaniem wsobnym), a opublikowane wyniki — bo trudno tu omawiać wszystkie techniczne szczegóły tego trudnego i pionierskiego przedsięwzięcia — intrygujące. Otóż okazuje się, że przynajmniej jeden na każde dwieście genów można spokojnie wyłączyć bez żadnych widocznych skutków dla naszego zdrowia, a niekiedy taka deaktywacja może nawet przynosić korzyści. Z ponad dwudziestu tysięcy aktywnych u człowieka genów, dokładnie 169 może być stale wyłączonych u ludzi, a utrata przynajmniej jednego z nich — *MAGEE2* — była wyraźnie korzystna dla mieszkańców Azji Wschodniej[9], choć nie gdzie indziej.

Jakkolwiek uciszając niektóre ze zwierzęcych genów mogliśmy w przeszłości stać się bardziej ludźmi, to czasem warto by było niektóre z tych śpiących genów na powrót obudzić. Ewolucja nie jest przewidująca i mogła kiedyś wyłączyć i takie geny, których aktywność dzisiaj bardzo by się nam przydała, np. do zwalczania chorób, z którymi zwierzęta radzą sobie lepiej od nas. Od dwóch dziesięcioleci trwają próby znalezienia skutecznych środków do walki z AIDS, ale rezultaty nie są zachęcające — wirus HIV jest bardzo sprytny. Tymczasem nasi małpi kuzyni nie mają tych problemów, gdyż ich układ odpornościowy potrafi skuteczniej radzić sobie ze sztuczkami podobnych do HIV wirusów. Jak? Otóż ich bronią są, między innymi tzw. retrocykliny, jedyne pierścieniowe białka w naszych ciałach, zbudowane z osiemnastu aminokwasów połączonych w zamknięte okręgi. Białka te należą do większej grupy zwanej defensynami, te zaś, jak wskazuje ich nazwa (*defendere* — bronić) chronią organizm przed atakami wirusów, bakte-

rii, grzybów i innych wrogów. Retrocykliny należą do najpóźniej odkrytej grupy defensyn i jak dotąd znaleziono je tylko w białych ciałkach krwi pawianów, rezusów i orangutanów. Niedawne badania wykazały, że białka te są wyjątkowo skutecznymi narzędziami do obrony komórek przed zakażeniem wirusem HIV. To dlatego między innymi małpy rzadko chorują na AIDS. U człowieka jest inaczej, gdyż w naszej linii rodowej przed siedmioma milionami lat geny kodujące retrocykliny zostały wyłączone — ich obecne, zmutowane wersje wstrzymują maszynerię produkcji białka przed końcem odczytu kodu genetycznego. Efektem są niefunkcjonalne retrocykliny. Poza tą jedną fatalną mutacją nasze geny retrocyklin wciąż są niemal identyczne z małpimi i przynajmniej teoretycznie mogłyby zostać „naprawione", a więc jakby obudzone z uśpienia. Tego właśnie udało się ostatnio dokonać zespołowi Nityi Venkataraman i okazało się, że po przebudzeniu geny te od razu odzyskały swe utracone zdolności i przystąpiły do produkcji białek zwalczających — i to skutecznie — HIV! Jak mówi Nitya Venkataraman, nasz brak retrocyklin to „chroniczna, dziedziczna i w stu procentach powszechna choroba genetyczna człowieka". Teraz wiemy, że przynajmniej teoretycznie da się ją wyleczyć[10].

Nasz genom, tak jak nasze ciała i psychika, jest daleki od doskonałości (wedle mniej dyplomatycznej opinii jest dziełem szalonego projektanta) i pewnie przydałoby się, gdy kiedyś wreszcie w pełni poznamy jego działanie i strukturę, na nowo starannie go napisać, a później co pewien czas upgrade'ować lub choćby wydawać „service packi". Byłoby to jednak trudne wyzwanie i to dla wytrawnych programistów, a nie dla biologów, a tym bardziej ewolucjonistów. Genom jednak to nie tylko „przepis na człowieka", ale także — a biorąc pod uwagę ilość zawartych w nim bitów informacji przede wszystkim — dziedzictwo przeszłości i zapis (nieraz zadziwiająco dokładny) naszych dziejów rodowych. Dziedzictwo zaś warto chronić, nawet jeśli jego funkcjonalność dawno jest tylko wspomnieniem. Bo liczy się właśnie to wspomnienie. Parafrazując cytowaną opinię Carla Zimmera, można by powiedzieć: „walczmy o zachowanie naszego genomu, nawet jeśli jest tak bełkotliwy. W ten sposób walczymy o uratowanie historii".

Menu przodków

Człowiek w swojej nowoczesnej, ściśle już naziemnej postaci powstał przed ok. dwoma milionami lat na afrykańskim ryfcie i to odcisnęło głębokie i nieusuwalne piętno na całej naszej dalszej historii — również tej, która z ryftem nie miała już nic wspólnego. Ryft, jak pamiętamy, to obszar bardzo bogaty i pewnie właśnie to bogactwo przyciągnęło do niego grupy naszych częściowo jeszcze leśnych, więc słabo do radzenia sobie na sawannie przystosowanych przodków. Wykorzystując słabości jako siłę, dali sobie jakoś radę w tym najwcześniejszym i z pewnością najtrudniejszym okresie egzystencji w nowym środowisku. Ale cena była wysoka — zarówno, gdy chodzi o daninę życia, którą trzeba było zapłacić (śmiertelność na początku musiała być dramatycznie wysoka), jak i z powodu wszelkiego rodzaju „błędów i wypaczeń", jakie w ich anatomii, fizjologii, behawiorze i psychice się zapisały.

Życie na sawannie było zupełnie niepodobne do tego, do czego wcześniej przywykły małpy lasu deszczowego czy nawet otwartych lasów parkowych. Nawet bogactwo tego środowiska stanowiło wyzwanie zupełnie nowego rodzaju. By z niego skorzystać, trzeba było dokonać najbardziej radykalnej zmiany strategii żywieniowych i behawioralnych, jaką można sobie wyobrazić — ze zjadaczy owoców trzeba było zmienić się w mięsożerców. Bo owocożercy na sawannie nie mają czego szukać. Sawanna jest domeną traw, nie drzew, a nieliczne drzewa, jakie tu rosną (głównie akacje) oferują owoce małe, suche, twarde i zamknięte w strąkach, w dodatku dostępne sezonowo. Z kolei jedzenie traw wymaga niezwykle złożonych adaptacji, w tym wielokomorowych żołądków o charakterze kadzi fermentacyjnych i zwykle też ponownego przeżuwania raz już nadtrawionego pożywienia. Takie przystosowania wykształciły się tylko u nielicznych dużych zwierząt, a te, którym się udało je wyewoluować, czyli przeżuwacze i kilka innych grup, zastosowały bardzo podobne rozwiązania, co wskazuje, że liczba takich ewolucyjnych projektów jest bardzo ograniczona. Podróżnicy w Ameryce Południowej nie mogli się nadziwić, że wielki ociężały ptak zwany hoacynem (kośnik czubaty) nie tylko „pasie się" jak krowa, ale też wypuszcza z dzioba kłęby pary o dziwnie krowim zapachu (to jedyny gatunek ptaka o analogicznym do przeżuwaczy sposobie odżywiania się), podobnie jak

badacze australijskich kangurów byli z początku zdumieni budową czterokomorowych żołądków tych torbaczy, niezwykle przypominających krowie.

Powstanie tak skomplikowanych rozwiązań anatomicznych i fizjologicznych wymagało bardzo długiego czasu, istnienia wielu wcześniejszych preadaptacji i intensywnego ewolucyjnego treningu, który by te wybitne osiągnięcia umożliwiał[11]. Wychodzące na sawannę pierwsze hominidy miały za sobą zupełnie inny trening i na przyszłych przeżuwaczy zupełnie się nie nadawały. Już choćby dlatego, że aby przeżuwać, trzeba najpierw się paść, a więc spędzać długie godziny na powolnym skubaniu źdźbeł, do czego ani nasza dwunożna postawa (jak można się paść na stojąco, na dwóch nogach?), ani nasze zęby, ani żołądki, ani — przede wszystkim — nasza bezbronność wobec drapieżników zupełnie nas nie predestynowały. Na sawannie dla dużych zwierząt praktycznie dostępne są tylko trzy opcje (jeśli pominąć takie wyjątki jak zebry, słonie, nosorożce i hipopotamy) — przeżuwaczy, drapieżników lub padlinożerców. Jak widzieliśmy, z tych adaptacji — a wybór nie jest bogaty — mieliśmy pewne predyspozycje tylko do padlinożerności (bo na aktywne łowy byliśmy z pewnością na początku za słabi i pozbawieni niezbędnego biologicznego wyposażenia). I tak właśnie — od padlinożerności — najprawdopodobniej zaczęła się nasza epopeja pozaleśnego życia. Rysy i inne ślady na kościach zwierzęcych, pochodzące z czasów współczesnych najstarszym narzędziom kamiennym, a więc sprzed ponad dwóch milionów lat, dobrze pokazują, jak mogło zrazu wyglądać zdobywanie przez nas pożywienia.

Jedzenie padliny jest formą mięsożerności, zresztą większość drapieżników nie gardzi padliną, tak jak padlinożercom zdarza się zapolować na żywą zdobycz, więc to rozróżnienie nie jest zbyt ostre. Ważne, że wraz z zejściem z drzew wzbogaciliśmy dietę o bardzo istotny komponent — mięso — i tak już nam zostało do dziś. To nie znaczy, że staliśmy się mięsożercami jak kotowate, ani tym bardziej że zyskaliśmy jakiekolwiek adaptacje do aktywnego łowiectwa. Niemniej ten istotny element diety wpłynął w zasadniczy sposób na całe nasze późniejsze losy, na nasze zachowania, styl życia, psychikę i ogólnie na nasze człowieczeństwo. Mięso, choćby nadpsute, ma bowiem kilka właściwości, których pokarm roślinny — zwłaszcza tak mało wartościowy i trudno przyswajalny jak trawy — nie posiada. Jest stosunkowo miękkie i nie wymaga zbyt długiego żucia, gdyż

kwasy żołądkowe i bakterie przewodu pokarmowego łatwo sobie z nim radzą, nawet jeśli nie było przedtem rozdrobnione, a kęsy zostały połknięte w całości. Dzięki temu zarówno aparat zębowy, jak i układ pokarmowy mogą ulec redukcji, pozostawiając w ten sposób organizmowi więcej zasobów (miejsca i energii) na rozwój innych narządów, np. płuc albo — co dla nas szczególnie ważne — mózgu. Istotnie — pierwsze prawdziwe hominidy wykazują się znaczną gracylizacją szczęk, zębów i mózgoczaszki, a także zmianą proporcji klatki piersiowej, której kształt ze stożkowatego przybrał formę bardziej walcowatą, podobną jak u dzisiejszych ludzi. Zamiast wielkich brzuchów, zdolnych pomieścić długie jelita, zyskaliśmy rozrośnięte barki i szerokie plecy, lepiej nadające się do obsługi sprawnych i silnych rąk. Miało to ogromne konsekwencje w dalszej ewolucji naszego gatunku.

Drugą istotną cechą mięsa jest bogactwo zawartych w nim związków odżywczych — białek, tłuszczów i wszelkich, często śladowych domieszek substancji mineralnych, które się w nim za życia „właściciela” gromadziły. Jest też w zasadzie gotowym produktem spożywczym, bo składa się z tych samych substancji, które budują nasze ciała; zjadając je, dostarczamy organizmowi składników odżywczych już przetworzonych przez kogo innego i odpowiednio poskładanych. Nie musimy ich oddzielnie poszukiwać, rozbijać w układzie pokarmowym na prostsze części i składać z powrotem w potrzebne nam substancje, bo wszystko jest już gotowe i wymaga tylko włączenia do naszych ciał. Mięsożercy stoją na szczycie piramidy pokarmowej, a przecież na jej kolejnych piętrach gromadzą się wszystkie cenne składniki, które zostały pobrane i przyswojone niżej. Gdy środowisko jest bogate, potencjalnej zdobyczy dla mięsożerców jest szczególnie dużo i mięso zawiera wszystko, czego potrzeba do życia. A ryft wschodnioafrykański był, jak pamiętamy, miejscem szczególnym i nie brakowało tam niczego. Tutejsi mięsożercy należeli do uprzywilejowanej elity wśród ziemskich organizmów.

Poza mięsem z padliny wychodzące na sawannę hominidy mogły liczyć na dwa inne źródła pożywienia, oba bardzo bogate w substancje odżywcze. Jednym z nich był szpik kostny, drugim — podziemne części roślin, takie jak bulwy i kłącza. Szpik, czyli tkanka produkująca komórki macierzyste, zawarty jest w trzonach kości długich. Kości długie dużych zwierząt, np. antylop, zbudowane są ze szczególnie grubej i zwięzłej tkanki i dlatego ich zawartość jest niedostępna dla większości padlinożerców — by się do niej

dostać, trzeba dysponować albo wyjątkowo potężnymi zębami, albo kamiennymi narzędziami. Jednak nawet tak skuteczni padlinożercy jak hieny, gdy tylko mogą, unikają ryzyka połamania zębów i dzięki temu wydobywanie szpiku stało się domeną istot używających kamiennych artefaktów, a więc naszych przodków. Szpik jest przy tym pożywieniem wyjątkowym, bardziej nawet niż mięso, bo służy do produkcji komórek, z których mogą powstać wszystkie narządy, więc zawiera pełen zestaw potrzebnych do ich budowy substancji, w tym fosfor, niezbędny do budowy tkanki mózgowej. Rozbijając pozostawione przez drapieżców największe kości, zyskiwaliśmy dostęp do przebogatych zasobów zwykle świeżej żywności, bo dzięki hermetycznej osłonie kości do szpiku nie dociera powietrze ani bakterie. Rozłupane kości dużych ssaków znane są z zapisu archeologicznego z afrykańskiej sawanny z czasów pojawienia się najstarszych narzędzi kamiennych. Można sądzić, że z początku takie właśnie było ich najważniejsze zastosowanie, zwłaszcza że nie wymagały one właściwie żadnej wcześniejszej obróbki.

Dysponowaliśmy jednak jeszcze jednym źródłem zasobów, także niedostępnym dla większości zwierząt sawannowych i także wyjątkowo bogatym, tyle że by do niego się dostać, trzeba było nieraz kopać głęboko w ziemi. Rośliny na sawannie żyją w bogatym, lecz skrajnie sezonowym środowisku, a żeby przetrwać długie okresy suszy, muszą gromadzić zapasy w częściach podziemnych, by móc je w każdej chwili wykorzystać, gdy warunki staną się przychylniejsze. Dlatego inwestują w różnego rodzaju kłącza i bulwy, gdzie gromadzą w skoncentrowanej postaci zapasy substancji odżywczych. Są to więc roślinne odpowiedniki najwyższych szczebli piramidy pokarmowej, dostępne — znów — tylko tym, którzy dysponują narzędziami (lub narządami) zdolnymi do wykopywania tych głęboko nieraz ukrytych w twardej ziemi skarbów oraz inteligencją pozwalającą je zlokalizować i zrozumieć ich znaczenie. Istnieją zwierzęta, które przystosowały się do korzystania z tych zasobów, na przykład golce (a wśród owadów turkucie, wyglądające jak zminiaturyzowana wersja kretów), żyjące w podziemnych korytarzach i rzadko wychodzące na powierzchnię. Ale dla zwierząt naziemnych były one praktycznie niedostępne i tu praludzie znowu znaleźli się na uprzywilejowanej pozycji, bo dzięki sprawnym rękom, dużym mózgom i zdolności do pracy zespołowej mogli za pomocą takich na-

rzędzi jak zaostrzone kije dotrzeć tam, gdzie nikt inny nie docierał, i odszukać to, czego obecności prawie nic na powierzchni nie zapowiadało.

Jest bardzo prawdopodobne, że dwa tak odmienne źródła pokarmu — padlina i bulwy — wymagały podziału pracy i specjalizacji, i wydaje się też naturalne, że podział ten nałożył się na różnice między płciami: silniejsze i skłonne do ponoszenia większego ryzyka samce (a później mężczyźni) zajmowały się odnajdywaniem i przynoszeniem pokarmu mięsnego (w tym kości ze szpikiem), a słabsze i często obciążone dziećmi samice (w przyszłości kobiety) specjalizowały się w poszukiwaniu podziemnych części roślin. Współpraca ta musiała się opierać z jednej strony na więzach łączących samca i samicę[12], z drugiej oznaczała też istnienie większych grup, które razem wyruszały na poszukiwanie pożywienia i razem wracały do obozowiska ze zdobytymi łupami. Sawanna wymusza zresztą takie wspólne żerowanie. Na otwartych przestrzeniach, inaczej niż w lesie, nie istnieją gatunki żyjące samotniczo, bo zagrożenie ze strony drapieżników jest zbyt duże, by ryzykować dłuższe wypady w pojedynkę. Takie połączenie zaczątków podziału pracy, monogamii i życia w większych grupach społecznych (hordach) stanowiło zapewne wczesny i niezwykle oryginalny wynalazek naszych przodków i skierowało ich ewolucję na zupełnie nowe tory. Odtąd — i aż do dziś — ewoluowaliśmy pod dyktando dwóch całkowicie odmiennych nacisków selekcyjnych, które kształtowały i wzmacniały więzy naszej podwójnej lojalności: wobec najbliższej rodziny, a więc partnerów seksualnych i dzieci, oraz wobec własnej, znacznie przy tym liczniejszej grupy społecznej, spajanej bardziej wspólnotą miejsca i interesów niż bezpośrednimi więzami krwi. Tak powstawała i krzepła dwoista natura naszej osobowości. Z jednej strony podlegaliśmy selekcji przez normalny, osobniczy (i krewniaczy) dobór darwinowski, z drugiej — i to kolejny przejaw naszej wyjątkowości — sterował nami dobór grupowy (między konkurującymi hordami), co wzmacniało więzi społeczne, cementowane też takimi wartościami jak wspólne tradycje, zwyczaje, sposób wyrażania emocji, a z czasem z pewnością tańce i pieśni. Do tego doszły jeszcze wojny, które — od pewnego momentu — stały się nieodłącznym elementem naszej egzystencji i które utrwaliły w naszej psychice utożsamienie „obcego” z „wrogiem”. A wszystko to sięgało korzeniami tej radykalnej zmiany, jaką było wyjście z lasu na sawannę, przyjęcie dwunożności, uwolnienie rąk i odsłonięcie cia-

ła poprzez zrzucenie futra i zastąpienie go nagą oraz zdolną do wytwarzania potu skórą.

W kontekście tych anatomicznych, fizjologicznych, ekologicznych i żywieniowych przekształceń wspomnieć trzeba na końcu o jeszcze jednej, dosłownie prometejskiej rewolucji, jaką było ujarzmienie ognia. Zważmy: naga małpa wychodząca na żer w porze największych upałów, by uniknąć spotkania z drapieżnikami, musiała całkowicie odsłonić ciało, ale musiała przecież też przeżyć resztę dnia i noce, które na sawannie bywają bardzo chłodne i kiedy ożywiają się jej prześladowcy. Broniła się, tworząc grupy, co mogło zapewnić jej minimum bezpieczeństwa w obliczu drapieżników, ale nie rozwiązywało problemu chłodów. Tu z pomocą mógł przyjść ogień, który na sawannie pojawia się cyklicznie i całkowicie samoistnie. Sawanna to jeden z bardziej pirofitycznych[13] zespołów roślinnych na świecie, pożary są tu zjawiskiem normalnym i powracają z nadejściem każdej kolejnej pory suchej. Takie powtarzalne bodźce stanowią silny czynnik selekcyjny dla wszystkich organizmów, które w danym środowisku żyją: rośliny „uczą się", jak przeżyć takie nawracające lokalne kataklizmy (tak można tłumaczyć mieszczące się u podstawy źdźbeł stożki wzrostu traw), zwierzęta wykształcają zdolność do oceny zbliżającego się zagrożenia i szybkiej odpowiedzi przez ucieczkę lub zagrzebywanie się w ziemi (zależnie od wielkości i stylu życia). Dla istot obdarzonych wyostrzoną zdolnością do kojarzenia przejście ognia to także okazja do wyciągania wniosków — choćby takich, że pogorzelisko jest składnicą wyjątkowo obfitych zasobów pokarmowych (w postaci nadwęglonych szczątków tych wszystkich, którzy nie zdążyli lub nie byli w stanie uciec ani uniknąć niebezpieczeństwa), że jest miejscem, gdzie ciepło utrzymuje się nawet w nocy, że ogień odstrasza wszystkie, nawet duże i groźne zwierzęta, a wreszcie, że mięso upieczone w ogniu jest miększe, ma przyjemniejszy smak i da się je szybciej zjeść. Skojarzenie tych wszystkich faktów nie przekraczało zapewne możliwości naszych wczesnych przodków, co nie uszło uwagi badaczy, którzy się nad ewolucją człowieka zastanawiali. Jeden z nich, Richard Wrangham, jest autorem koncepcji, której istotę najlepiej oddaje tytuł jednego z propagujących jego dorobek blogów: „Fire Made Us Human", czyli „To ogień uczynił nas ludźmi"[14].

Richard Wrangham, czyli jak gotowanie stworzyło człowieka

Richard Wrangham jest prymatologiem, to znaczy specjalistą od naczelnych, i na tym polu nie ma wielu sobie równych. Przez czterdzieści lat zajmował się szympansami, podglądając w afrykańskich lasach, jak żyją, jak się zachowują, jakie łączą je więzy społeczne i czym się odżywiają, a — przede wszystkim — co z tego wszystkiego wynika dla problemu pochodzenia człowieka. To zawsze interesowało go najbardziej. W roku 1972, kiedy badał szympansy w Tanzanii, postanowił nawet przez pewien czas żyć jak one, żywiąc się wyłącznie produktami z ich jadłospisu. Poprosił o zgodę Jane Goodall, która prowadziła w tym czasie obserwacje miejscowych stad, i otrzymał jej błogosławieństwo, które cofnęła dopiero, gdy oświadczył, że dla pełnego uwiarygodnienia swej naturalności pozbędzie się również odzienia. Ostatecznie nie przeprowadził do końca planowanego eksperymentu, ale dietę szympansią przez kilka dni praktykował, co pozwoliło mu autorytatywnie stwierdzić, że jest przeraźliwie uboga — cały czas czuł dojmujący głód. Była też skrajnie niesmaczna, bo nawet rosnące dziko owoce były suche i twarde i z trudem dawało się je zjeść bez długotrwałego żucia. Kilka razy udało mu się posilić mięsem świeżo upolowanej przez szympansy małpy (Wrangham jest wegetarianinem, ale jak mówi, zrobił to dla nauki). Stwierdził wtedy, że takie mięso również jest twarde, łykowate i do tego ma mdły smak. Wtedy zainteresował się ogniem.

Aby zmiękczyć twarde artykuły spożywcze, można zastosować dwie metody. Można tłuc je jakimś solidnym narzędziem, by rozbić łączące je włókna, albo poddać działaniu ognia, co ma identyczny skutek, bo wysoka temperatura rozrywa długie cząsteczki na krótsze elementy. W tym przypadku zachodzą jednak również zmiany chemiczne, bo owe krótsze molekuły to już inne związki organiczne, które w procesie gotowania tracą swe (często trujące) właściwości, a przy okazji można też pozbyć się żyjących w pożywieniu zarazków i pasożytów. Pokarm gotowany staje się nie tylko łatwiej przyswajalny i smaczniejszy, ale też zdrowszy.

Idąc tym tropem, Wrangham postanowił przyjrzeć się wszystkim żyjącym jeszcze na Ziemi plemionom pierwotnym i sprawdzić, które z nich stosują, a które nie, termiczną obróbkę spożywanego pokarmu. Było dla niego, a potem dla jego czytelników wielkim zaskoczeniem, gdy okazało się, że wszystkie odpowiednio dokładnie przebadane ludy wykorzystują działanie ognia w zabiegach kulinarnych — nie ma takich, które *nigdy* go nie używają. Tego nikt się nie spodziewał, bo antropologicznych mitów na temat dzikich plemion odżywiających się wyłącznie surowym mięsem nigdy nie brakowało. Jak stwierdził Wrangham, brakuje tylko takich „dzikusów” — dzisiaj i od bardzo dawna. Zapewne od jakichś dwóch milionów lat!

Ogień nie tylko ułatwia przyswajanie pokarmów, które bez niego byłyby trudne lub wręcz niemożliwe do zjedzenia, ale także udostępnia składniki,

które w procesie zwykłego trawienia mogłyby nie zostać wchłonięte. W ten sposób wzbogaca nasze pożywienie, również takie, które i bez tego jest dość bogate. Są jednak jeszcze inne pożytki z kulinarnych zastosowań ognia, a w naszym przypadku właśnie te dodatkowe korzyści miały wręcz przełomowe znaczenie. Otóż obróbka termiczna pokarmu, skracając czas potrzebny na trawienie i dostarczając dodatkowych kalorii, zwolniła nas też z potrzeby przeznaczania zbyt dużej części każdego dnia na poszukiwanie, rozgryzanie i trawienie pożywienia. Życie zwierząt, zwłaszcza roślinożernych, polega głównie na jedzeniu — ktokolwiek obserwował stada gnu czy zebr na sawannie wie, że nie odrywają one właściwie nigdy pysków od trawy. I nic dziwnego — trawa jest uboga w związki odżywcze i by ich odpowiednio dużo przyswoić, trzeba ją pochłaniać niemal bez przerwy. Na inne czynności pozostaje bardzo mało czasu. Podobnie wygląda codzienność naszych roślino-(i owoco)żernych krewnych.

Mięsożercy nie są tak zapracowani — jedno udane polowanie może zapewnić kalorie na cały dzień i więcej, a zwierzęta, jeśli nie są bardzo młode, nie lubią się przemęczać i gdy wchłoną już wystarczająco dużą porcję pokarmu, po prostu zapadają w drzemkę. Na filmach z safari widzimy więc zwykle pasące się antylopy i śpiące lwy i tylko obrazy polowań wprowadzają nagły dramatyzm do tych monotonnych scen. Chyba że akurat obserwujemy młode osobniki — te zwykle pochłonięte są zabawą. Jeśli teraz odniesiemy te obserwacje do wczesnych *Homo*, nasuwa się pewna niezwykła konkluzja: mamy do czynienia z istotami, w których dziejach podaż kalorii nagle uległa zwielokrotnieniu i których psychika uległa odmłodzeniu. To mogło, a może nawet musiało zaowocować nadmiarem wolnego czasu, który trzeba było jakoś zagospodarować, a w każdym razie przeznaczyć na czynności niekoniecznie związane bezpośrednio z jedzeniem. Ludzie są i to pewnie od bardzo dawna jedynymi istotami na Ziemi, dla których kwestia wypełnienia wolnego czasu stała się sprawą biologicznie istotną[15].

I na koniec jeszcze jedna, równie ważna uwaga. Nasza anatomia w wyniku ogólnej gracylizacji budowy, skrócenia przewodu pokarmowego i zrzucenia futra przestała tak bardzo obciążać budżet energetyczny, poza tym żyliśmy w niezwykle bogatym środowisku i zdobyliśmy nowe środki, by to bogactwo wykorzystać. W ten sposób stanęliśmy wobec rzadkiego w dziejach zjawiska nadwyżek w bilansie energetycznym, gdy wpływy energii mogły przewyższać jej wydatki. Nadmiar kalorii dał ludziom wolny czas,

ale i tak zostawało ich sporo i trzeba było je jakoś zagospodarować. W przypadku zwierząt żyjących w bogatych środowiskach taka sytuacja prowadzi zwykle do magazynowania energii pod postacią substancji zapasowych (np. tłuszczu — stąd charakterystyczne „garby" u mamutów), albo inwestowania w tzw. drugorzędne cechy płciowe, mające podkreślać zaradność i zasobność właścicieli (np. poroże u jeleni; jego wielkość, zdaniem wielu badaczy, jest niemal idealnym wskaźnikiem bogactwa środowiska). Dla wczesnych ludzi, których styl życia zmuszał do częstego i wyczerpującego biegu, nadmierne obciążanie ciała nie byłoby dobrym rozwiązaniem i w tym kontekście można zastanawiać się, czy wzrost mózgu, którego nagłe powiększenie się o połowę niemal dokładnie zbiegło się w czasie z ostatecznym zerwaniem z leśnym środowiskiem, nie był taką właśnie „lokatą kapitału", inwestycją w narząd niezwykle energożerny, a zarazem lekki i w dodatku położony na osi ciała, więc w niewielkim stopniu zakłócający sprawność organizmu podczas długotrwałego biegu. Rozwój mózgu rozpatruje się zwykle w kontekście korzyści, jakie przynosi inteligencja, która pozwala produkować coraz lepsze narzędzia, planować polowania, jest konieczna dla rozwoju mowy i tak dalej. Nie ma jednak żadnych dowodów, że którekolwiek z tych umiejętności były już obecne na początku naszego sawannowego życia, nie można więc *a priori* odrzucić tezy, że rozwój mózgu był w większym stopniu skutkiem nadwyżek kalorycznych niż konsekwencją zapotrzebowania na inteligencję. Koala czy kangury mają małe mózgi nie dlatego, że nie potrzebują inteligencji, tylko dlatego, że żyją w środowisku, które dostarcza nadzwyczaj mało kalorii („W Australii głupota popłaca", jak pamiętamy). Być może na ryfcie popłaca inteligencja.

Analogiczne rozumowanie można odnieść do ssaków, które wtórnie przeszły do życia w morzu. Niektóre, jak delfiny, odżywiają się wyłącznie rybami i jako mięsożercy korzystają z całego bogactwa oceanu, inne, jak syreny, zjadają trawy morskie i glony i z pewnością nadmierne bogactwo pożywienia nie jest ich problemem. Jeśli teraz porównamy mózgi delfinów i syren, zobaczymy coś zadziwiającego. Otóż mimo że mamy w tym przypadku do czynienia z dwoma gatunkami zwierząt o opływowych „rybich" ciałach, niemal w niczym nieprzypominających swych lądowych przodków, za to bardzo podobnych do siebie (typowy przykład konwergencji), to budowa ich mózgów jest dramatycznie odmienna. Delfiny są najbardziej „umózgowionymi" ze wszystkich zwierząt, a skarlały mózg syren[16] jest przy tej sa-

mej masie ciała trzykrotnie lżejszy od delfiniego. Przypomina to do złudzenia sytuację roślinożernych australopiteków i mięsożernych *Homo* w naszej linii rodowej i choć takie porównanie może wydawać się naciągane, dobrze ilustruje ono ekspansywny rozrost mózgu, jaki towarzyszył ekologicznej i pokarmowej zmianie w toku naszej ewolucji.

Rys.
Mózg człowieka i delfina — zarówno pod względem wielkości jak i nadzwyczaj rozbudowanej i pofałdowanej kory są wyjątkiem w świecie ssaków, a ich podobieństwo jest uderzające. Obok mózg syreny, dla porównania.

* * *

Około dwóch milionów lat temu miało miejsce jeszcze jedno niezwykłe wydarzenie — przedstawiciele *Homo* po raz pierwszy opuścili Afrykę i rozpoczęli kolonizację pozostałych części Starego Świata. I wtedy nadeszły nowe kłopoty. Stając się „ryftowymi małpami”, uzależniliśmy się od obfitości tego środowiska, a potem, gdy opuściliśmy naszą kolebkę, a zwłaszcza gdy trafiliśmy na obszary pod wieloma względami przeraźliwie ubogie, stanęliśmy przed wyzwaniami, na jakie nie byliśmy przygotowani. Tym zajmiemy się w kolejnym rozdziale.

[1] Dokładniej — 47 procent. U psa, dla porównania, nieczynnych jest tylko 18 procent genów odpowiedzialnych za węch.

[2] Naish Darren, *Pouches, pockets and sacs in the heads, necks and chests of mammals, part I: primates*, http://scienceblogs.com/tetrapodzoology/2010/10/04/mammal-pockets-sacs-pt-i/

[3] Taka struktura występuje praktycznie u wszystkich naczelnych, tyle że zwykle — choć nie zawsze — zredukowana jest już do postaci niewielkich zgrubień na skórze.

[4] Cory Y. McLean et. al., *Human-specific loss of regulatory DNA and the evolution of human-specific traits*, „Nature" 471, s. 216–219, 2011.

[5] C.Y. McLean, Ph.L. Reno, A.A. Pollen et al., *Human-specific loss of regulatory DNA and the evolution of human-specific traits*, „Nature" 471, 2011, s. 216–219.

[6] Gwoli ścisłości warto dodać, że u orangutana, rekordzisty w tym rankingu, kopulacja trwa dziesięć razy dłużej niż u człowieka! Zupełnie nie wiadomo dlaczego. [Może dlatego, że rzadko widują się z samicami i chcą nadrobić stracony czas — przyp. red.].

[7] Baza jest mocno niekompletna, bo funkcji zdecydowanej większości genów wciąż jeszcze nie znamy.

[8] Bryndis Yngvadottir et al., *A genomewide survey of the prevalence and evolutionary forces acting on human nonsense-SNPs*, „The American Journal of Human Genetics", 5 lutego 2009.

[9] Niestety nawet autorzy cytowanej pracy nie wiedzą, dlaczego tak jest i co gen *MAGEE2* naprawdę robi. Skoro jednak był faworyzowany przez dobór, o czym świadczą ślady wyraźnej pozytywnej selekcji, jakiej ten gen w Azji podlegał, to musiał przynosić jakieś korzyści.

[10] Venkataraman, N. et al., *Reawakening Retrocyclins: Ancestral Human Defensins Active Against HIV–1*, „PLoS Biology", 7 (4), 2009.

[11] Wśród zwierząt dwukrotnie przeżuwających pokarm znalazł się jeden reprezentant naczelnych (indonezyjski nosacz), ma on jednak jednokomorowy żołądek.

[12] W tym momencie naszych dziejów już zapewne partnerów seksualnych. Jak wiadomo, na drzewie rodowym hominidów zaczątki monogamii sięgają bardzo głęboko i choćby na podstawie redukcji kłów u samców można jej domniemywać już w przypadku ardipiteka sprzed czterech i pół miliona lat, a może i sahelantropa sprzed siedmiu milionów lat.

[13] Pirofityczność to podatność roślin na działanie ognia i zestaw przystosowań pozwalających im nie tylko przetrwać krótkotrwałe pożary, ale nawet wyciągnąć z nich określone korzyści. Najbardziej znanym przykładem pirofitycznych roślin są australijskie eukalip-

tusy, których łuszcząca się i rozrzucana wokół drzewa kora łatwo się zajmuje i wypala, tworząc wokół pni drzew spopieloną strefę chroniącą przed nacierającym ogniem.

[14] Podobny tytuł nosi jedna z najgłośniejszych książek Wranghama: *Catching fire. How cooking made us human* (wyd. pol.: *Walka o ogień. Jak gotowanie stworzyło człowieka*, Wydawnictwo CiS, Warszawa 2009).

[15] Pewnie problem ten w mniejszym stopniu dotyczył kobiet wyszukujących i wykopujących bulwy, skrobiących skóry, plotących maty, rodzących, pilnujących dzieci, opiekujących się starcami, noszących opał i gotujących, gotujących, gotujących… Pisał o tym również Wrangham [przyp. red.].

[16] O niesfałdowanych w dodatku półkulach.

Rozdział dziesiąty

Afrykański exodus

Pandy i ludzie

Żeby zrozumieć na czym polega fenomen człowieka, dobrze jest spojrzeć na pandę. Pandę?! Tak, pandę, wielką oczywiście. Panda jest tak samo niezwykłym stworzeniem jak człowiek i wiele jej osobliwości do złudzenia przypomina nasze, ale diabeł, jak wiadomo, tkwi w szczegółach. Nasze osobliwości zaprowadziły nas na Księżyc, z pandy zaś uczyniły symbol ginącego świata. Panda wymiera, a trwanie jej gatunku zależy wyłącznie od dobrej woli człowieka. Człowiek natomiast jest najbardziej ekspansywnym gatunkiem, jaki kiedykolwiek się narodził. I nasza ciekawość z pewnością nie skończy się na Księżycu.

Najpierw o osobliwościach — pandy i naszych. Panda jest „drapieżnikiem", to znaczy należy do rzędu ssaków drapieżnych (Carnivora), ale mało które zwierzę na Ziemi tak bardzo stroni od mięsa. Stopień mięsożerności wśród drapieżnych jest różny. Od niemal wyłącznie mięsnej diety kotowatych, przez bardziej zróżnicowaną dietę psowatych, aż po pełną wszystkożerność u formalnie wciąż drapieżnych niedźwiedziowatych. Panda wielka należy właśnie do niedźwiedziowatych, tyle że na tej drodze posunęła się do skrajności, bo w toku ewolucji ograniczyła się do roślin, a w końcu od jednego tylko ich rodzaju — bambusów, które stanowią 99% jej pożywie-

nia. Brzmi to paradoksalnie, ale panda jest dziś „drapieżnym bambusożercą”. Trudno o większy biologiczny oksymoron. Człowiek, rzecz jasna, przeszedł podobną drogę, tyle że w przeciwnym kierunku i dziś jest najbardziej „mięsożernym roślinożercą” wśród naczelnych.

Nie mniejszą osobliwością pandy jest jej habitat. To jedyny przedstawiciel drapieżnych, który żyje niemal wyłącznie na drzewach. I pod tym względem wśród Carnivora istnieje wyraźna gradacja upodobań — od ścisłej naziemności psowatych, przez zdolność do wspinania się na drzewa kotowatych, po fakultatywną nadrzewność niedźwiedziowatych. Panda jednak i pod tym względem jest wyjątkiem, bo znaczną cześć życia spędza wśród drzew. Znów więc ewolucyjnie przeszła niemal identyczną drogę jak człowiek, tylko w odwrotnym kierunku — gdy my schodziliśmy z drzew, ona na nie wchodziła i w obu przypadkach skończyło się to niemal całkowitym odwróceniem pierwotnych przystosowań.

Ciekawe jest też porównanie taksonomicznych i geograficznych osobliwości pand i ludzi. Panda wielka (*Ailuropoda melanoleuca*) jest dziś jedynym reprezentantem tej znacznie liczniejszej kiedyś grupy zwierząt, podobnie jak człowiek jest jedynym pozostałym przy życiu gatunkiem rodziny hominidów[1]. Takie taksonomiczne odosobnienie jest w biologii prawie zawsze różnoznaczne z reliktowością, a ta — z geograficzną izolacją i zagrożeniem wymarciem; za ilustrację niech posłużą choćby takie żyjące skamieniałości jak latimeria, łodzik, skrzypłocz czy miłorząb japoński. Panda wielka pasuje idealnie do tego grona reliktów, jako gatunek skrajnie ograniczony taksonomicznie i geograficznie. Gdy wymrze do końca, z drzewa rodowego ssaków odpadnie kolejny konar — już dziś niemal doszczętnie uschnięty, acz wciąż utrzymywany przy życiu przez tę ostatnią wiązkę, która zapewnia mu genetyczną łączność z innymi gałęziami.

Homo sapiens jest też poniekąd taksonomicznym reliktem (jesteśmy ostatnim z kilkunastu hominidów), ale nie jest gatunkiem wymierającym i nie żyje na ograniczonym obszarze. Przeciwnie, nasz gatunek odniósł tak niebywały sukces, że dziś stanowi zagrożenie już nie tylko dla swych bezpośrednich konkurentów (przede wszystkim dużych drapieżników), ale wręcz dla całej biosfery. Takich „reliktów” jeszcze na Ziemi nie było.

Być może najważniejsza różnica między nami a pandami polega na rodzaju biologicznego paliwa, jakie napędza nasze ciała. Paliwo pand jest bardzo kiepskiej jakości, ale za to łatwo dostępne. Żywiąc się bambusami,

panda musiała anatomicznie i fizjologicznie przystosować się do tak nietypowej dla drapieżnika diety, ale wiele z ewolucyjnych zaszłości pozostało w jej anatomii, podobnie jak u człowieka. Jej przewód pokarmowy i uzębienie zmieniły się nieznacznie — jelita nieco się wydłużyły, a korony zębów są teraz trochę szersze, ale to zmiany kosmetyczne w porównaniu z prawdziwą pokarmową rewolucją, jaką przeszły te zwierzęta. W efekcie panda ma kłopoty z trawieniem swego nietypowego pożywienia i, by zapewnić sobie odpowiednią ilość kalorii, musi pochłaniać ogromne jego ilości i poświęcać szesnaście godzin na dobę na jego zdobywanie i rozgryzanie. A i tak zdobywa w ten sposób niewiele energii. Poza tym musi wydalać odpowiednio dużo niestrawionych resztek, więc jest rekordzistką pod względem częstości defekacji (do czterdziestu razy na dobę!). Zamieszkując lasy bambusowe, pandy mają w bezpośrednim zasięgu potrzebne im do życia paliwo, ale muszą nieustannie „dolewać do baku”, co zresztą i tak nie wystarcza na pełne pokrycie potrzeb energetycznych. Odpowiedzią na te niedobory są rozliczne modyfikacje anatomiczne i behawioralne, mające na celu ograniczenie do minimum niepotrzebnych wydatków. Pandy poruszają się bardzo powoli, mają prawie kuliste ciała (dzięki czemu wypromieniowują mniej ciepła) przechodzą bardzo krótkotrwałą ruję (samice są płodne raz w roku, a czas rui liczy się w godzinach) i rodzą bardzo małe młode (produkcja mleka mniej obciąża organizm niż wewnętrzne odżywianie dużych płodów); kłopoty z rozmnażaniem nie omijają też samców, co zresztą jest przyczyną, że tak trudno otrzymać pandzi przychówek w ogrodach zoologicznych. Wszystko to sprawia, że panda jest gatunkiem wymierającym.

Ludzie — przeciwnie — z czasem, zwłaszcza po ujarzmieniu ognia, przestawili się na paliwo najwyższej jakości, bogate w różnego rodzaju dodatki i uszlachetniacze i dostarczające tyle energii, że mogli inwestować jej nadwyżki i czas w ponadnormatywne, luksusowe, chciało by się rzec, potrzeby. Na przykład podróże. Gdy pandy zamykały się coraz bardziej w swych rewirach i nigdy ich nie opuszczały, my mogliśmy pokusić się o rozszerzenie granic dostępnego nam świata. Kiedy już nauczyliśmy się nie tylko korzystać z ognia, ale też go samodzielnie rozniecać, a potem jeszcze gdy zaczęliśmy budować tratwy i łodzie, dotarliśmy nawet do najmroźniejszych obszarów lodowcowego świata i skolonizowaliśmy wyspy oceaniczne. Dziś, przynajmniej potencjalnie, naszym domem jest cała planeta.

Największą osobliwością pandy wielkiej, porównywalną z naszą nagą skórą lub dwunożnością, są jej dłonie, a szczególnie obecność niezwykłego „kciuka” — „szóstego palca”, odwiedzionego od pozostałych i zapewniającego dłoni chwytność i zdolności manipulacyjne. Ów „kciuk”, zaopatrzony w kostny szkielet, poruszające nim mięśnie i specjalną opuszkę palcową, jeszcze bardziej zwiększa podobieństwo pand do naczelnych. Tyle, że nie jest to prawdziwy palec, rzecz jasna (na przykład nie ma na nim pazura), bo żaden z naziemnych czworonogów nie zwiększył nigdy utrwalonej przez setki milionów lat ewolucji liczby palców, choć w niejednej linii dochodziło do jej redukcji[2]. Kciuk pandy, który dla ewolucjonistów jest symbolem oportunizmu doboru naturalnego, budującego z tego, co ma akurat „pod ręką” (palec z kości nadgarstka w tym przypadku) i ikoną chaotycznego charakteru procesów ewolucyjnych[3], pozwala pandom — jak małpom — manipulować przedmiotami, ale nie służy do obejmowania gałęzi, tylko do obrywania liści z pędów bambusa i docierania do ich najpożywniejszych części wewnętrznych.

Kłopoty pand, czyli o skutkach semelparii

Bambusy, ulubiony pokarm pandy wielkiej, są wśród roślin nie mniejszą osobliwością, niż panda wśród ssaków. Te dochodzące do czterdziestu metrów wysokości drzewa są… trawami i zbudowane są jak one: mają długie, cienkie i puste w środku źdźbła z powtarzającymi się regularnie węzłami (z których wyrastają liście) i nagimi międzywęzłami. Wszystko to, wraz z silnym u bambusów zdrewnieniem, nadaje ich „pniom” (źdźbłom) niezwykłą sztywność i sprężystość, czyniąc z nich nadzwyczaj wartościowy materiał budowlany, używany powszechnie do konstrukcji szkieletów domów, nawet piętrowych, a bywa, że i wieżowców.

Bambusy są przysmakiem nie tylko pand, ale i ludzi — ich młode pędy są jednym z charakterystycznych elementów kuchni chińskiej. Z tego i wielu innych powodów na nizinach lasy bambusowe dawno przestały istnieć, a utrzymują się jedynie gdzieniegdzie w wysokich górach, gdzie występują wyspowo w kilkudziesięciu izolowanych miejscach. Tam i tylko tam przetrwały pandy, które jeszcze dwa tysiące lat temu występowały na całym terytorium Państwa Środka i w krajach ościennych.

Bambusy wykazują jeszcze jedną niezwykłą właściwość, bardzo rzadką zarówno u roślin, jak i u zwierząt, i to ona w dużym stopniu ponosi winę za dzisiejsze kłopoty pand; ona również wyjaśnia, dlaczego ludzkie i pandzie osobliwości tak odmiennie wpłynęły na nasze losy. Ta cecha nazywa się tajemniczo semelparią, co oznacza, że bambusy rozmnażają się tylko raz w życiu — kwitną, wydają owoce (ziarniaki, jak to

u traw), a potem zamierają. Już samo to jest dziwne i rzadkie w świecie ożywionym (podobnie semelparyczne są wśród roślin np. agawy, a wśród zwierząt łososie szlachetne oraz niektóre cykady), ale to dopiero początek dziwów. Otóż bambusy nie tylko czekają bardzo długo na okres kwitnienia (średnio przez kilkadziesiąt lat; najdłuższy znany interwał dotyczy gatunku *Phyllostachus bambusoides* i wynosi 130 lat!), ale też wszystkie (w danym gatunku) kwitną jednocześnie i to w skali globalnej, niezależnie od lokalizacji geograficznej, warunków środowiskowych i klimatu. Ma to niezwykłe konsekwencje dla pand, gdyż, żyjąc w lesie bambusowym, mogą one nagle, nieomal z dnia na dzień, stracić swoje jedyne źródło utrzymania: wszystkie drzewa zakwitają jednocześnie, wydają nasiona i giną, zmieniając bambusowy gaj w stertę butwiejącej masy szczątków organicznych. Dla żyjących w takim miejscu pand oznacza to zagładę. Wtedy jedynym dla nich ratunkiem są ludzie.

Pandy i ludzie — dwa gatunki, które sprzeciwiły się typowym dla swych biologicznych rodzin normom, pokazują, że ekscentryczność niekoniecznie bywa gwarancją sukcesu (zwykle jest odwrotnie). Pandy odeszły od normy w kierunku skrajnej specjalizacji, co prawie zawsze prowadzi do kłopotów. Naszym wynalazkiem była otwartość, odrzucenie rutyny i rezygnacja z biologicznego dorobku pokoleń. To z kolei, w dłuższej perspektywie może przynieść sukcesy, ale zarazem wiąże się z poważnymi trudnościami na początku drogi, bo w świecie morderczej konkurencji pionierzy nie mogą liczyć na wyrozumiałość. Początkiem tej naszej drogi w nieznane było opuszczenie Afryki, z którą hominidy od początku związały swe losy.

Pożegnanie z Afryką

Z poprzednich rozdziałów dowiedzieliśmy się, jak mimo skrajnych trudności nasi przodkowie zdołali przetrwać pierwsze miliony lat w afrykańskiej, ryftowej, kolebce. Tam przechodzili ewolucyjne testy na wytrzymałość, zaradność, innowacyjność i inteligencję. Potem przyszedł czas, by zdobyte w ten sposób sprawności wykorzystać. Okrzepli na tyle, by stawić czoło nowym wyzwaniom i ruszyć na podbój świata.

Pożegnanie z Afryką to oczywiście metafora, w dodatku nie całkiem trafna i bardzo świeżej daty. Zaczęto jej używać w latach 70. XX wieku na fali sukcesów koncepcji Ewy mitochondrialnej, jak również w związku z napływającymi danymi o niebywałej genetycznej jednorodności wszystkich ludzi. Wynikało z nich, że współcześni *Homo sapiens* wywodzą się z niewiel-

kiej populacji, która drogą kolejnych podbojów zasiedliła cały świat, a wszystkie nasze linie genetyczne po kądzieli zbiegają się do punktu reprezentującego jedną kobietę („Ewę”), która żyła w Afryce przed zaledwie dwustoma tysiącami lat. Z tych samych badań wynikało, że wszystkie linie nieafrykańskie schodzą się znacznie później, do tzw. nieafrykańskiej Ewy, która żyła raptem pięćdziesiąt tysięcy lat temu i dała początek ludziom żyjącym dziś na wszystkich pozostałych kontynentach Ziemi poza Afryką. Były to tezy w tamtych czasach nowatorskie i sensacyjne, a przy tym dawały się łatwo wpisać w znane fakty archeologiczne: najstarsze szczątki przedstawicieli ludzi anatomicznie współczesnych i najstarsze zaawansowane artefakty na wszystkich lądach Starego Świata (poza Afryką) i w Australii nigdzie nie przekraczały tej magicznej daty. Chociaż wielu antropologów, zgodnie z modelem tzw. multiregionalnej ewolucji, wywodziło ludzi współczesnych z lokalnych populacji *Homo* (neandertalczyków w Europie, *Homo erectus* w Azji), to nowe dane szybko zaowocowały nową interpretacją — ludzie współcześni przybyli na te tereny z zewnątrz, a nie rozwinęli się na miejscu. I to oni przyczynili się do zagłady wcześniejszych populacji. Niektórzy nazywali to elegancko „zastąpieniem”, inni mówili brutalnie o „pierwszym holokauście”. Dlaczego w takim razie metafora Pożegnania z Afryką nie jest całkiem trafna? Z trzech powodów:

1) Afryka była przez kilka ostatnich dziesiątków milionów lat połączona z Europą i Azją, więc trudno mówić o jej definitywnym opuszczaniu. Wchodząc np. na Synaj, nasz przodek nie trafiał przecież na tablicę informującą, że oto opuścił swą odwieczną kolebkę…

2) skoro *Homo sapiens* napotkał w Europie i Azji wcześniejszych przedstawicieli *Homo*, to znaczy, że „żegnano” ją już wcześniej i to zapewne nie raz;

3) wreszcie, nie był to jednokierunkowy akt migracji, bo ludzie nie tylko opuszczali Afrykę, ale też do niej wracali. Były „pożegnania”, ale zdarzały się i powroty.

Na temat owych wcześniejszych „pożegnań” wiadomo jednak niewiele. Najstarsi przedstawiciele *Homo* poza Afryką pojawiają się niemal jednocześnie w dwóch izolowanych i oddalonych od siebie miejscach — na Jawie i w Gruzji — i w obu przypadkach ich szczątki datowane są na prawie dwa miliony lat, choć w odniesieniu do Jawy ta data bywa kwestionowana.

Mimo tej zbieżności czasowej nie wydaje się, by były to ślady jakiejś pojedynczej migracji, która objęła całą południową Azję.

Na Jawie już najstarsze hominidy można bez problemu zaliczyć do gatunku *Homo erectus*, który przez następne dwa miliony lat podlegał tu lokalnej ewolucji, prawdopodobnie aż do czasu przybycia kolejnych kolonistów z Afryki. W Gruzji było inaczej. Kolekcja szczątków kostnych z Dmanisi, mimo jednorodności czasowej, jest tak zróżnicowana, że od początku nie było wiadomo, do jakiego gatunku zaliczyć jej przedstawicieli. Poszczególne osobniki różnią się tak bardzo wielkością i rozmiarami mózgu, że wciąż trwają dyskusje, czy była to jedna, silnie polimorficzna populacja, czy może między samcami i samicami istniał silny dymorfizm płciowy, czy wreszcie współwystępowały tu odrębne grupy hominidów, różniące się wyglądem, obyczajami i stopniem ewolucyjnego zaawansowania. Te niejasności znajdują wyraz w taksonomicznym zamieszaniu — zrazu wszystkie szczątki z Dmanisi zaliczono do gatunku *H. erectus*, potem zaczęto mówić o lokalnym, endemicznym „człowieku gruzińskim" (*Homo georgicus*), a ostatnio coraz częściej spotkać się można z opinią, że ludzie z Dmanisi to potomkowie jakichś „wczesnych *Homo*" (np. *H. rudolfensis*, lub innego gatunku, bardziej prymitywnego od *H. erectus/ergaster*), którzy wyszli z Afryki (niekoniecznie raz) zanim jeszcze pojawił się w niej długonogi „prawdziwy *Homo*" i znacznie wcześniej, zanim zaczęto w Afryce wytwarzać symetryczne pięściaki aszelskie, które do Azji Wschodniej nigdy nie dotarły.

Narzędzia aszelskie, czyli geny lub środowisko

Pięściaki aszelskie znane są jednak z terenów Izraela, Półwyspu Arabskiego i Indii. Granica między zaawansowanymi wytwórcami pięściaków na zachodzie a prymitywnymi ludźmi na wschodzie, którzy tej technologii nigdy nie opanowali (lub wyszli z Afryki, zanim się ona rozwinęła, albo utracili ją podczas swej wędrówki), wydawała się tak ostra, że dała podstawę antropologowi H.L. Moviusowi do wykreślenia na mapie umownej bariery (tzw. linii Moviusa), rozdzielającej nie tylko tereny o różnych tradycjach technologicznych, ale też zapewne kolonizowane przez różne hominidy.

Jednak wedle innej interpretacji brak aszelskich narzędzi na wschodzie wynika z małej dostępności skał odpowiednich do ich produkcji i obfitości innego, doskonałego materiału do wyrobu narzędzi — drewna bambusowego, które nie zachowuje się w stanie kopalnym. Ostatnio pojawiły się doniesienia o znalezieniu narzędzi zbliżonych do

aszelskich w Korei i Chinach, co jeszcze bardziej komplikuje cała sprawę. „Linia Moviusa” staje się powoli określeniem historycznym, choć można spotkać się z jej współczesną odmianą — „linią Roego”, biegnącą przez Afrykę Północną, Izrael i Indie i rozdzielającą tereny o różnych sposobach wytwarzania narzędzi aszelskich: na północ i wschód od niej pięściaki miały być produkowane wprost z kamiennych otoczaków (rdzeni) metodą odciosywania odłupków, na południe i zachód — bardziej zaawansowaną techniką obróbki samych odłupków. Trudno oprzeć się wrażeniu, że charakter technologii zależał tyleż od różnej dostępności „budulca”, co i od nakładania się kolejnych fal ekspansji ludzi z Afryki i ich lokalnej ewolucji.

Dwa gatunki *Homo sapiens*

Niezależnie od wszystkich wątpliwości dotyczących pierwszego wyjścia z Afryki nas będzie tu interesowało wyjście ostatnie, bo to ono zaważyło w największym stopniu na dzisiejszym obliczu świata. Ludzie z wcześniejszych „wyjść” wymarli, choć — co dziś wiemy już na pewno — tuż przed śmiercią zdążyli jeszcze przekazać nam część swoich genów i cech, np. odporność na lokalne choroby, a pewnie i niektóre swoje umiejętności. Najlepiej widać to w przypadku kontaktów ludzi współczesnych i neandertalczyków, po których pozostała w naszych genomach całkiem spora domieszka genów, wynosząca od dwóch do sześciu procent. Przy czym, rzecz ciekawa, nie dotyczy to wszystkich żyjących obecnie ludzi, a jedynie wszystkich nie-Afrykanów, co sugeruje, że do takich intymnych kontaktów doszło już po opuszczeniu Afryki, ale też przed ekspansją *Homo sapiens* na pozostałe kontynenty świata. To dlatego np. dzisiejsi australijscy Aborygeni i rdzenni Amerykanie mają tyle samo neandertalskich domieszek, co Europejczycy. Najwyraźniej po owych wczesnych kontaktach (do których mogło dojść gdzieś na Bliskim Wschodzie) takie mieszane „małżeństwa” przestały być zawierane lub zdarzały się zupełnie sporadycznie. W każdym razie bylibyśmy — my, ludzie współcześni — kim innym, gdyby lądy, na które wkraczaliśmy, nie były wcześniej zasiedlone, bo, jak się zdaje, ta domieszka „obcej krwi” odcisnęła piętno na naszych dzisiejszych cechach. Wrócimy do tego arcyciekawego problem w dalszej części tego rozdziału.

Na razie jednak ważniejsze jest co innego. Otóż ostateczny exodus z Afryki doprowadził nie tylko do kolonizacji całego świata i jego gruntownego przekształcenia, ale też do nie mniej gruntownej przemiany samych

„kolonistów”. To właśnie wtedy z ludzi anatomicznie współczesnych staliśmy się ludźmi *behawioralnie* współczesnymi. Na oko zmiana niewielka, ale w istocie była to największa rewolucja od czterech miliardów lat, od początków istnienia życia na Ziemi. Co takiego się wtedy stało? Najprościej mówiąc (choć to prostota pozorna), na Ziemi pojawiła się świadomość, a ewolucja wkroczyła na nowe tory i zaczęła podlegać nowym mechanizmom.

Przed kilkunastu laty w jednym z muzeów antropologicznych widziałem rekonstrukcję neandertalczyka, odwzorowanego tak, jak tego naszego europejskiego kuzyna sobie dziś wyobrażamy, a więc jako jasnoskórego, niebieskookiego blondyna, o niemal europejskich rysach twarzy. Neandertalczyk był w garniturze, miał okulary, a w ręce teczkę, i tak ucharakteryzowany wtapiał się w tłum zwiedzających. Miało to pokazać, że w praktyce był(by) jednym z nas i że niczym szczególnym właściwie się nie wyróżniał. Owszem, miał atletyczną budowę, niskie czoło i masywne wały nad oczami, ale były to cechy niezbyt istotne, w dodatku w różnym stopniu występujące i u dzisiejszych ludzi. Ważne było coś innego — wykazanie, że odziany, ogolony i ucywilizowany neandertalczyk stawał się po prostu człowiekiem, może nieco odmiennym, ale ani gorszym, ani lepszym od innych. W tym czasie różnorodność była już zaletą i ta jego rehabilitacja wpisywała się dobrze w ogólny proces przywracania godności lekceważonym dotąd mniejszościom. Rozmaite zabiegi mające wykazać „człowieczeństwo” różnych przedludzkich hominidów są częstą praktyką muzeów i nie dotyczą tylko neandertalczyków. To samo można zrobić z rekonstrukcją np. *H. erectus* (taki okaz ubranego pitekantropa eksponowany jest w jednym z amerykańskich muzeów), *H. heidelbergensis*, czy pierwszych przedstawicieli *Homo sapiens* w Europie — kromaniończyków. Wszyscy ci ludzie bardzo niewiele różnili się od nas i przy odpowiedniej charakteryzacji mogliby uchodzić za ludzi współczesnych. Ale…

Tu właśnie zrodziły się we mnie wątpliwości. Tym, co nas naprawdę odróżnia, nie tylko od neandertalskich mieszkańców europejskich jaskiń, ale i wczesnych przedstawicieli naszego własnego gatunku, jest bowiem nie tyle anatomia (tu różnice są rzeczywiście niewielkie), co właśnie owe wytwory cywilizacji: ubrania, okulary, teczki. A także sztuka, nauka, religia i wszystko to, co jest z pojęciem cywilizacji nieodłącznie związane. Wreszcie (a może nawet przede wszystkim) język, bez którego wszystkie te osią-

gnięcia nie byłyby możliwe. Mimo wszystkich podobieństw, mimo większości wspólnych z nami genów, neandertalczycy z jakichś powodów nie pozostawili po sobie żadnych śladów wskazujących, że wkroczyli już na drogę, która ich do cywilizacji mogła doprowadzić[4]. Owszem, zaopatrzeni w różne współczesne gadżety mogliby wyglądać jak my, ale to przecież te „gadżety", jako pochodne języka, religii, nauki itp., odróżniają nas od wszystkich innych stworzeń na Ziemi, to one są przepustką do owego elitarnego klubu, którego członkowie nazwali się, nie bez powodu, *Homo sapiens*.

Pytaniem więc nie jest, czy neandertalczycy wyglądali jak my, bo tu odpowiedź jest twierdząca („my" też wyglądamy zresztą bardzo różnie), ale czy zachowywali się (lub raczej — czy mogli się zachowywać) tak jak my, czy mogli więc okazać własną, a nie pożyczoną przepustkę do owego ekskluzywnego klubu. Inaczej mówiąc — czy pełne ucywilizowanie neandertalczyka byłoby realne i czy, co logicznie z tego wynika, możliwy byłby też zabieg odwrotny, swoista „neandertalizacja" człowieka współczesnego? Czy urodzony we współczesnej rodzinie i wychowany przez nią neandertalczyk stałby się jednym z nas i czy ludzki noworodek oddany do adopcji neandertalczykom przejąłby w pełni standardy ich życia? Skoro my i oni wymienialiśmy się kiedyś genami, to czy moglibyśmy się wymieniać też ideami?

Są to pytania kluczowe, bo dotykają problemu najgłębszej istoty człowieczeństwa i granicy, która oddziela nas od reszty ożywionego świata. Gdzie ją postawić? I co ją wyznacza? O kim możemy mówić „my", a o kim już nie? Właśnie taki eksperyment myślowy z noworodkami pozwala znaleźć najlepszą, choć trudną do zastosowania w praktyce odpowiedź: jeśli rozwijające się dziecko będzie w stanie normalnie funkcjonować w nowym otoczeniu, jeśli jego biologiczny *hardware* pozwoli wchłonąć nasz kulturowy *software*, to nie ma podstaw, by twierdzić, że nie jest człowiekiem (z wszelkimi tego prawnymi i społecznymi, konsekwencjami). I odwrotnie — jeśli okaże się do tego niezdolne, w szczególności jeśli nie opanuje nigdy języka, znajdzie się po drugiej stronie owej granicy, niezależnie od tego, czy „na oko" będzie takie jak my, czy też nie. To kryterium to taka kulturowa wersja testu Turinga, w którym po „drugiej stronie", zamiast inteligentnej maszyny znajduje się inny hominid (neandertalczyk lub wczesny *Homo sapiens* powiedzmy), a eksperymentator ma stwierdzić, czy jego rozmówca

jest, czy nie jest prawdziwym człowiekiem. To oczywiście tylko eksperymenty myślowe, bo dziwnym zbiegiem ewolucyjnego przypadku jesteśmy jedynym gatunkiem hominida na świecie, więc nie byłoby na kim tego turingowskiego eksperymentu przeprowadzić. Ale jeszcze całkiem niedawno, bo dwanaście tysięcy lat temu, był on jak najbardziej realny. Wtedy na wyspie Flores żyli osobliwi hobbici (*Homo floresiensis*) o mózgach nie większych niż Lucy (*Australopithecus afarensis*), ale wytwarzający zaawansowane narzędzia kamienne, rozniecający ogień oraz polujący na karłowate słonie (stegodony) i gigantyczne szczury, w jakie obfitowała ich wyspa. W tym czasie sąsiednia Australia i pobliska Nowa Gwinea były już od dawna, bo od co najmniej 40 tysięcy lat, zasiedlone przez ludzi (behawioralnie) współczesnych, więc przez dziesiątki tysięcy lat ludzie z Flores znajdywali się w zasięgu australijskiej *oekumene*. Takie międzygatunkowe kontakty były więc jak najbardziej możliwe i mogły dotyczyć większej liczby odrębnych populacji (lub gatunków) ludzkich, trudno bowiem przypuścić, by przypadkowo odkryte w jednej jaskini kości hobbitów należały do jedynej takiej populacji na całym ogromnym terenie obfitującym w niezliczone wyspy (i jaskinie) dopiero czekające na archeologiczne przebadanie[5]. Czy młody hobbit, wychowany we współczesnej rodzinie, potrafiłby przyswoić naszą kulturę i w szczególności język? Nigdy się tego już nie dowiemy, ale z neandertalczykiem, od czasu gdy poznaliśmy niemal pełny zapis ich DNA, sprawa nie jest może całkiem przegrana — znając ich genom, możemy, choć na razie tylko teoretycznie, myśleć o poznaniu ich samych. To zresztą nie dotyczy tylko neandertalczyka. Dziś wiemy, że w naszych dziejach było więcej takich krzyżówek międzygatunkowych. W jaskini Denisowa na Ałtaju odkryto niedawno kość palcową i ząb. Wyodrębnione z tych znalezisk geny wskazują na nasze intymne kontakty z jeszcze innymi ludźmi, być może należącymi do gatunku *Homo erectus* lub do jakichś wciąż nie zidentyfikowanych „denisowian”. Genetyczne ślady takich mezaliansów obecne są do dziś u ludów południowo-wschodniej Azji (stwierdzono je u Melanezyjczyków z Nowej Gwinei, a ostatnio i w Chinach), co oznacza, że w ich żyłach płynie krew co najmniej *dwóch* innych gatunków hominidów (neandertalczyków i „denisowian”). A takie badania dopiero nabierają rozpędu…

Nawet jeśli te domieszki nie są wielkie — rzędu ok. 2–6% w przypadku genów neandertalskich i 5–8% genów denisowian u (niektórych) ludzi,

oznacza to ponad dziesięcioprocentowy udział „nieludzkich” genów w niektórych współczesnych populacjach. Zauważmy, że niewiele więcej wystarcza, by żyjący dziś ludzie uznawali się za bezpośrednich potomków grup etnicznych, które uznawano do niedawna za wymarłe[6]. Poza tym, kiedy z takich mieszanych związków rodziły się dzieci, każde z nich miało przecież dokładnie po *połowie* genów naszych i ich. Czy byli ludźmi, skoro druga połowa genów należała do innego gatunku? Jak byli traktowani przez rówieśników i pozostałych członków grupy? Czy trzymali się razem, podtrzymując swą mieszaną tożsamość, czy szybko rozpływali się w morzu „czystych rasowo” współplemieńców? I w którym morzu — bo mieli do wyboru dwa? Jest fascynujące, że już możemy takie pytania stawiać, i frustrujące zarazem, że nie znamy — i pewnie nigdy nie poznamy — na nie odpowiedzi.

Znane dotychczas przypadki hybrydyzacji międzygatunkowych zdarzyły się dawno. Krzyżowanie z neandertalczykami, podobnie jak z „denisowianami”, miały miejsce co najmniej 50 tysięcy lat temu, a więc w czasach sprzed tzw. rewolucji górnego paleolitu, która uznawana jest za zasadniczą cezurę w naszych dziejach rodowych. Co się wtedy wydarzyło i dlaczego ta granica jest taka ważna? Tu właśnie pomocne mogą być owe tajemniczo brzmiące pojęcia anatomicznej i behawioralnej współczesności, które ukazują niezwykłość naszego gatunku — *Homo sapiens*. Jeśli w ogóle możemy mówić o takim gatunku, bo to miedzy obu tymi „współczesnymi” ludźmi, a nie między nigdy dobrze niezdefiniowanym „człowiekiem” i zwierzętami istnieje najgłębsza granica oddzielająca „nas” od reszty ożywionego świata. Granica człowieczeństwa właśnie.

Rozróżnienie anatomicznej i behawioralnej współczesności bierze się stąd, że wyłonieniu się ludzi anatomicznie takich jak my, co nastąpiło w Afryce przed ok. dwustoma tysiącami lat, nie towarzyszyły żadne istotne zmiany w sposobie bycia, postrzegania świata ani wytworów technicznych, jakie ci ludzie pozostawili po sobie i które mogłyby świadczyć, że stało się coś specjalnie ważnego. Lubimy myśleć o sobie, zupełnie słusznie zresztą, jako najwybitniejszym tworze ewolucji, który zyskał świadomość swego istnienia, i pierwszym, który oderwał się od Ziemi i rozpoczął podbój kosmosu, ale rzadko pamiętamy (jeśli w ogóle zdajemy sobie z tego sprawę), że na początku nic (absolutnie NIC) nie zapowiadało takiej rewolucji. Z punktu widzenia losów świata narodziny *Homo sapiens* były — z począt-

ku — właściwie bez znaczenia; ot, gdzieś we wschodniej Afryce powstał kolejny gatunek dwunożnego prymata, który ani niczym szczególnym się nie różnił od swych poprzedników, ani nic specjalnego nie robił. Ten swoisty *non-event* najlepiej widać na terenie Izraela, w jaskiniach Góry Karmel, gdzie owi nowi ludzie zawitali ok. stu tysięcy lat temu i gdzie doszło do pierwszego spotkania z neandertalczykami, którzy tam przywędrowali z Europy w okresach szczególnie dokuczliwych mrozów ostatniej epoki lodowej. Otóż o ile kości neandertalskie są dość łatwe do odróżnienia od „współczesnych", to wytwory obu tych gatunków już nie. Jedni i drudzy robili takie same narzędzia z takich samych materiałów i w ten sam sposób, zgodnie z tradycją u obu gatunków sięgającą w odległą przeszłość i zaliczaną ogólnie do tzw. kultury mustierskiej, obecnej na Ziemi od dobrych trzystu tysięcy lat i z monotonną powtarzalnością reprodukowanej przez kolejne tysiąclecia. To, co chcemy wiązać najściślej z naszym gatunkiem — innowacyjność, zamiłowanie do zmian i, przede wszystkim, postęp techniczny — najwyraźniej nie zaczęło się wraz z powstaniem naszego gatunku ani nawet sto tysięcy lat później, ale dopiero wtedy, gdy zaczęliśmy się „współcześnie" zachowywać: produkować bardziej zaawansowane narzędzia kamienne, wykorzystywać nowe materiały (w tym kości, róg i drewno), wymieniać się dobrami z innymi ludźmi, zdobić ciała i wreszcie tworzyć dzieła sztuki figuratywnej, głównie wizerunki zwierząt, które ozdobiły setki pieczar w wielu krajach na południu i zachodzie naszego kontynentu i które zwiastowały psychiczne przebudzenie człowieka, jakie się wówczas dokonało. To te zachowania stały się symbolem (i same były symbolami) nowej, behawioralnej już współczesności. Zaczęło się też odkrywanie nowych lądów, kolonizacja obszarów, gdzie ludzie wcześniej nigdy nie dotarli, w tym Australii, obu Ameryk i wysp oceanu światowego. Wtedy też zaczęliśmy zmieniać Ziemię i nasze naturalne środowisko zamiast, jak wcześniej, tylko przystosowywać się do niego. Odtąd nic już nie miało być takie jak dawniej.

Wszystko to pchnęło ewolucję naszego gatunku na nowe tory, bo odtąd zmiany mogły rozprzestrzeniać się w drodze poziomego przekazu informacji słownych, a nie tylko przez wspólne ze zwierzętami naśladownictwo i „pionową" (tzn. między rodzicami a dziećmi) transmisję genów. Mówiąc skrótowo: by przeżyć w warunkach klimatu lodowcowego, „naga małpa" nie musiała już czekać, aż ponownie drogą selekcji korzystnych mutacji (co

pewnie prędzej czy później by nastąpiło) wyrośnie jej futro. Wystarczyło nauczyć się zdzierać je z innych zwierząt, a później nowo zdobytą wiedzę na temat przygotowania odzieży przekazywać innym członkom grupy. To z pewnością dlatego człowiek (behawioralnie współczesny) jest jedynym ssakiem sawannowej Afryki, który zadomowił się w Europie i Azji, nie zmieniając przy okazji swych klimatycznych adaptacji ani wielu innych przystosowań do warunków, które znał już tylko z genetycznego wspomnienia.

Ową behawioralną współczesność najlepiej widać w Europie, gdzie w krótkim czasie, zaraz po wkroczeniu nowych ludzi (kromaniończyków) nastąpił, jak to nazwał Jared Diamond, „Wielki Skok Naprzód". Ten przełom wiązał się nie tyle (choć też) z zastąpieniem jednego gatunku przez drugi, co raczej z całkowitą przemianą w relacjach między człowiekiem a jego środowiskiem. Wtedy też zakończyła się — czy raczej zaczęła się kończyć — trwająca od czterech miliardów lat ewolucja darwinowska i rozpoczęła się ewolucja kulturowa, która doprowadziła nas do podróży na Księżyc i odczytania kodu genetycznego.

Nowi ludzie

Czym był ów Wielki Skok i co go zainicjowało? Nikt nie wie tego na pewno, choć nagłość i rewolucyjne konsekwencje tego wydarzenia skłaniały niektórych badaczy do poglądu, że musiał to być rodzaj genetycznej (makro) mutacji, która spowodowała „przezwojenie" naszego mózgu umożliwiające — lub wręcz narzucające — nowe zdolności kognitywne, w szczególności językowe. Rzecznikiem takiego podejścia jest znany antropolog Richard Klein z Uniwersytetu Stanforda, który uważa, iż sprzeciw wobec tego radykalnego rozwiązania wynika tylko z naszego utrwalonego przekonania, że kluczem do przeszłości jest teraźniejszość, a przecież ani dziś, ani w czasach historycznych u ludzi żadnych takich rewolucyjnych skoków nie obserwowaliśmy. Zdaniem Kleina, jeśli dziś tego nigdzie nie widzimy, to właśnie dlatego, że już się to w przeszłości wydarzyło — śladem może być np. odkryty niedawno gen *FOXP2*, którego ludzka wersja różni się od szympansiej i który najwyraźniej związany jest z naszymi zdolnościami językowymi (przy uszkodzonych jego wersjach pojawiają się poważne trud-

ności w artykułowaniu mowy, stosowaniu właściwej składni i rozumieniu przekazów językowych)[7]. *FOXP2* miałby być jednym z takich „genów człowieczeństwa” (ich poszukiwanie dopiero się zaczęło, ale już doprowadziło do wyłonienia kilku obiecujących kandydatów), których pojawienie się zaowocowało aktywacją naszych uśpionych zdolności i legło u podłoża rewolucji górnego paleolitu, a więc i powstania człowieka behawioralnie współczesnego. Człowiek stał się człowiekiem nie wtedy, kiedy narodził się jako gatunek biologiczny, ale wtedy, kiedy się „przebudził” intelektualnie, gdy np., jak chce Noam Chomsky, w jego mózgowe struktury („uzwojenie”) zostały wgrane zasady gramatyki uniwersalnej, które przesądziły o naszych językowych zdolnościach i naszych sukcesach. A jeśli tak, to odpowiedź na pytanie o szanse „uczłowieczenia” noworodków neandertalskich, *H. erectus*, a choćby i wczesnych *H. sapiens* byłaby przecząca, gdyż ich mózgowy i genetyczny *hardware* byłby niezdolny do przyjęcia behawioralnie współczesnego *software*’u.

Klein jednak może się mylić (a Chomsky myli się niemal na pewno), gdyż to, co w Europie wyglądało na rewolucję, gdzie indziej — zwłaszcza w Afryce — przebiegało znacznie bardziej ewolucyjnie. W szczególności różne elementy owej behawioralnej współczesności pojawiały się w różnych populacjach i na różnych terenach w różnym czasie. W jaskini Blombos w RPA, nad brzegiem Oceanu Indyjskiego, znaleziono ponacinane geometrycznymi wzorami ochrowe tabliczki sprzed 75 tysięcy lat, a wraz z nimi muszelki morskiego ślimaka *Nassarius* z przewierconymi dziurkami, zapewne pozostałości jakiegoś naszyjnika. To świadectwo bardzo „współczesnych” zachowań z pewnymi przebłyskami symbolicznego myślenia, ale brak przejawów sztuki figuratywnej nie pozwala stwierdzić, czy było to myślenie porównywalne z tym, jakie reprezentowali pierwsi kromaniończycy w Europie. Podobne artefakty — takie same perforowane muszelki *Nassarius* — znaleziono też w nieco starszych osadach po drugiej stronie kontynentu afrykańskiego, w jaskiniach Algierii i Maroka, również położonych na morskim wybrzeżu. Można odnieść wrażenie, że między obu brzegami tego lądu istniała jakaś więź duchowa i rodzaj transkontynentalnej mody, dla której muszle akurat tego rodzaju ślimaka stanowiły przedmiot pożądania (wszak na wybrzeżach innych muszli nie brakowało). Wyraźnie widoczne jest też przywiązanie tych wczesnych ludzi behawioralnie proto-współczesnych do morza — na plażach zbierali nie tylko mięczaki służące do

wyrobu przedmiotów zbytku, ale też gatunki jadalne, których resztki zwykle towarzyszą tym wczesnym przejawom wrażliwości artystycznej.

Takich przejawów niepełnej behawioralnej współczesności jest w Afryce znacznie więcej. Ich listę znaleźć można w licznych pracach, głównie Alison Brooks z George Washington University i Sally McBrearty i ich współpracowników; razem wskazują one na powolny, geograficznie izolowany i zapewne przerywany proces górnopaleolitycznego „przebudzania", który zaczynał się — a pewnie i kończył — w różnych lokalnych populacjach, na różnych obszarach i w różnym czasie. W psychologii ewolucyjnej istnieje teoria modularnego mózgu, swoistych modułów inteligencji, w dużej mierze autonomicznych i pierwotnie niepołączonych. Można spekulować, że pełna behawioralna współczesność powstała dopiero wtedy, gdy wszystkie one zespoliły się i zaczęły działać wspólnie. W takim przypadku mielibyśmy więc do czynienia z rodzajem rewolucji poznawczej, poprzedzonej długotrwałym, niekierunkowym procesem dochodzenia, który często okazywał się ewolucyjną ślepą uliczką, ale w jednym przypadku (a może w kilku) zakończył się sukcesem. Myśl, że kiedyś ludzie anatomicznie współcześni wykazywali się różnym stopniem behawioralnego zaawansowania, staje się coraz bardziej prawdopodobna i coraz bardziej intrygująca, bo oznacza, że takich spotkań ludzi o bardzo różnym stopniu szeroko rozumianej inteligencji musiało być w odległej przeszłości wiele i że forma akulturacji owoców takich związków też musiała być bardzo różna. W tym kontekście warto zwrócić uwagę na niedawne znaleziska bardzo prymitywnie wyglądających, ale bardzo młodych szczątków ludzkich z Nigerii i Chin, gdzie odkopano liczące sobie ok. dziesięciu tysięcy lat kości ludzi, których anatomia kazałaby zaliczyć ich do jakichś „archaicznych *Homo*", ale którzy przeżyli bardzo długo w otoczeniu znacznie bardziej zaawansowanych anatomicznie i behawioralnie sąsiadów[8].

Niezależnie od wszystkich wątpliwości co do górnopaleolitycznej rewolucji, momentu wyjścia z Afryki oraz liczebności i dróg migracji kolonistów, a też charakteru ich kontaktów z innymi hominidami itp. pewne jest jedno — dziś wszyscy ludzie na Ziemi są „behawioralnie współcześni" i cecha ta powstała późno w naszej ewolucji i — w przybliżeniu — synchronicznie z owym „ostatnim pożegnaniem z Afryką". W każdym razie nie znaleziono dotąd żadnych, choćby najbardziej izolowanych plemion ludzkich, które nie posługiwałyby się językiem, nie wytwarzały sztuki i nie zna-

ły tańca oraz śpiewu. Nie znaleziono nawet takich, u których te cechy występowałyby w niepełnej, czy choćby wyraźnie mniej zaawansowanej postaci.

To doprawdy niezwykłe, zważywszy, o jak bardzo skomplikowane zachowania i cechy tu chodzi. Wydaje nam się oczywiste, że jadąc do obcego kraju lub eksplorując najbardziej niedostępne zakątki Ziemi, wszędzie napotkamy jakieś plemiona i że nawet jeśli będzie to pierwszy kontakt tych ludzi z zewnętrznym światem, będą oni posługiwać się jakimś językiem i będą w stanie w tym języku wyrazić wszystko to, co my w swoim. Oczekujemy też, że, choć zapewne dopiero po pewnym czasie, będziemy w stanie się z nimi porozumieć, bądź to ucząc się ich języka, bądź ucząc ich naszego. Mało kogo to dziwi, dla ewolucjonisty jednak ten fakt powinien być zdumiewający. Język jako cecha ewolucyjnie trudna nie mógł powstać od razu i musiał przechodzić przez kolejne szczeble rozwoju, aż osiągnął stan dzisiejszego zaawansowania. Musiały być więc czasy, gdy część ludzi na Ziemi mówiła już językiem w pełni rozwiniętym, część posługiwała się jego rudymentami, a część nie znała go w ogóle. *Homo allalus*, by posłużyć się haecklowskim określeniem, musiał istnieć naprawdę i to pewnie w niezbyt odległej przeszłości — zapewne tuż przed rewolucją górnego paleolitu. Z początku musiała więc istnieć mozaika populacji o różnym stopniu językowego zaawansowania, ale ostatecznie te „zapóźnione” zostały całkowicie wyparte przez grupy posługujące się w pełni nowoczesnymi językami. Czy jednak oznacza to, że wszystkie języki współczesne wywodzą się od jednego praprzodka — *Ursprache* — nie da się dziś rozstrzygnąć. Być może napotkamy jeszcze kiedyś jakieś plemię, które zmieni obraz wspólnej behawioralnej współczesności wszystkich żyjących dziś ludzi, na razie jednak musimy przyjąć, że kolonizacja świata przez afrykańskich emigrantów zaniosła wszędzie, na najdalsze nawet zakątki globu, behawioralną współczesność, a nawet jeśli z początku byli jeszcze jacyś behawioralni maruderzy (np. posługujący się rudymentami języka), to z czasem wszyscy oni doszczętnie wymarli.

Pirahã, czyli w poszukiwaniu protojęzyka

Według niektórych naukowców odkrycie mitycznego *Ursprache* wciąż nie jest wykluczone, ponieważ nadal jeszcze istnieją nieznane plemiona, z którymi nie nawiązaliśmy kontaktu i/lub które świat zewnętrzny przed takimi kontaktami chroni. W samej Brazylii takich *uncontacted tribes* naliczono ok. dwustu i nie wszystkie ich języki zostały dobrze poznane. Jeden z nich, należący do ludu Pirahã, opisany został niedawno szczegółowo przez Daniela Everetta (*Don't Sleep There Are Snakes: Life and Language in the Amazonian Jungle* (*Nie śpij — tu są węże! Życie i język amazońskiej dżungli*, 2008), który twierdzi, że jest on wyjątkowo prymitywny, podobnie jak prymitywny — z naszej perspektywy — jest posługujący się nim lud. W szczególności w języku Pirahã nie występują w ogóle struktury złożone (zdania podrzędne), które według Chomsky'ego i innych przedstawicieli tej szkoły miałyby przesądzać o unikalnym charakterze ludzkiej mowy. Zdania Pirahã są proste i krótkie, a w ich słownictwie, zdaniem Everetta, nie występują liczebniki (poza „jeden" i „dwa"), nazwy kolorów (tylko „jasny" i „ciemny"), słowa określające pokrewieństwo (poza — ogólnie — „rodzic") i wiele innych. Co ciekawe, ten lingwistyczny konserwatyzm znajduje odzwierciedlenie w ich niechęci do jakichkolwiek zmian sposobu życia i w braku zainteresowania przejmowaniem cudzych dokonań, gdyż — co akurat nie jest ich oryginalnym wynalazkiem — uważają swój lud i jego zwyczaje za najwyższą formę człowieczeństwa. Mimo tych wszystkich osobliwości Pirahã trudno jednak uznać prymitywizm ich języka za przejaw bliskości owego hipotetycznego *Ursprache*, już choćby dlatego, że Ameryka Południowa była najpóźniej zasiedlonym kontynentem na Ziemi.

W każdym razie ważne jest zdanie sobie sprawy, że nic nie wskazuje, by wcześniejsze wyjścia z Afryki też wiązały się z jakimiś behawioralnymi lub anatomicznymi wynalazkami. Jeszcze niedawno antropolodzy byli przekonani, że opuszczenie kontynentu afrykańskiego związane było z powstaniem pierwszych długonogich, aktywnie polujących i wytwarzających zaawansowane narzędzia ludzi, bo inaczej co miałoby ich skłaniać do podjęcia tak ryzykownych wędrówek. Ale odkrycia w Gruzji i na Flores zburzyły to przekonanie — dziś wiemy, że ludzie wychodzili z Afryki nie raz i że z początku nic emigrantów od tych, którzy pozostawali w Afryce, nie różniło. W dodatku — wychodzili z Afryki tak jak inne gatunki afrykańskich ssaków, tzn. w nowych środowiskach podlegali normalnej ewolucji, nieraz prowadzącej do radykalnych przemian; karłowacenie wyspowe hobbitów jest tego najlepszym, ale nie jedynym przykładem.

Ostatnie wyjście z Afryki było inne. Uzbrojeni w język, samoświadomość i strukturę społeczną zapewniającą zdolność do zbiorowych działań w imię dobra grupy, ludzie mogli odtąd w mniejszym stopniu przystosowywać się do nowo zdobywanych środowisk, a w większym kształtować te

środowiska dla własnych celów. W Australii pojawieniu się pierwszych kolonistów towarzyszyły wielkie pożary lasów. Na wszystkich lądach, a potem i wyspach oceanicznych niemal od razu po nadejściu nowych ludzi zniknęła megafauna. Proces przekształcania środowiska i odgradzania się od jego wpływów nasilił się ok. dziesięciu tysięcy lat temu wraz z wynalazkiem rolnictwa, a po kolejnych pięciu tysiącach lat, gdy zaczęła się budowa miast, człowiek stał się gatunkiem w pełni samoudomowionym[9]. To nie znaczy, że przestaje ewoluować, ale ta jego ewolucja w niewielkim stopniu jest teraz odpowiedzią na naciski ze strony środowiska. Ożywiona dyskusja nad problemem, czy człowiek współczesny zatrzymał własną ewolucję, czy, przeciwnie, przyśpieszył ją[10], pomija w dużym stopniu ten aspekt. Nasza ewolucja dobiega kresu tam, gdzie w grę wchodzi fizyczne środowisko naturalne; na innych polach rozwija się w najlepsze. Dlatego nie ma jednej odpowiedzi na to pytanie, bo w rzeczywistości nie jest to jedno, ale wiele pytań. W jednych dziedzinach potrafiliśmy szybko podporządkować sobie środowisko i wtedy ewolucja hamowała, w innych nie, i wtedy podlegaliśmy doborowi naturalnemu. Mówiąc w skrócie i obrazowo — ogień i ubrania zastąpiły nam przywrócenie futra podczas kolonizacji lodowcowej Europy, ale kolor skóry zmieniał się podczas tych migracji, bo nasz wpływ na nasłonecznienie był znikomy. Z kolei nasz wyścig zbrojeń z zarazkami trwa w najlepsze do dziś.

To zachodzące na wielu polach spowolnienie ewolucji i fakt, że od czasu pożegnania z Afryką upłynęło tak niewiele czasu, sprawił, że ludzie współcześni — w ogromnej większości żyjący z dala od swej naturalnej kolebki — muszą zmagać się z problemami wynikającymi z niedopasowania anatomii, fizjologii, behawioru i psychiki do nowych i szybko zmieniających się środowisk, w jakich przychodzi im żyć. Nasze geny pamiętają wciąż nasza odległą — i nieco bliższą — przyszłość, ale czasy te odeszły bezpowrotnie, przynajmniej dla olbrzymiej większości z nas. Stąd rozliczne kłopoty, jakie z tego niedopasowania naszego genetycznego wyposażenia wynikają. Czasem te kłopoty są banalne, inne pochłonęły miliony ofiar. Przyjrzyjmy się więc tym naszym genetycznym wspomnieniom.

[1] Systematyka pand zmieniła się radykalnie pod wpływem badań genetycznych, co, nawiasem mówiąc, również upodabnia je do człowieka. Obok wielkiej istnieje też bowiem panda mała (jeszcze jeden nadrzewny „drapieżnik" żywiący się głównie bambusami) i obie przez dziesięciolecia zaliczano wspólnie do podrodziny pand w obrębie szopowatych. Dopiero w wyniku porównania genotypu pandy wielkiej i innych drapieżnych okazało się, że najbliżej jej do niedźwiedziowatych, od których oddzieliła się zaledwie ok. trzech milionów lat temu. Pokrewieństwo obu pand jest niewielkie, mimo że wciąż — na poziomie rodzajów — nazywają się tak samo (po łacinie też jest podobnie: panda wielka to *Ailuropoda*, mała — *Ailurus*).

[2] Heksadaktylia, czyli sześciopalczastość, zdarza się u ludzi i zwierząt, ale jako osobnicza mutacja („potworność") i w żadnym gatunku nigdy nie została rozpowszechniona. Sześciopalczasty był, rzecz ciekawa, pierwszy ewolucjonista angielski przed Darwinem — Robert Chambers, może dlatego w swej koncepcji wielkie znaczenie przykładał do nagłych zmian rozwojowych w ontogenezie jako głównego mechanizmu przekształceń ewolucyjnych. To dzięki jego książce *Vestiges of Creation* (*Okruchy Stworzenia*) Wallace został ewolucjonistą. Darwin był wobec tej książki bardzo sceptyczny, choć jej autora (wówczas anonimowego) wymienił wśród prekursorów swej teorii.

[3] Najbardziej znany z esejów ewolucyjnych S.J. Goulda to właśnie *Panda's Thumb* (po polsku opublikowany pod tytułem *Kciuk pandy* w tomie *Niewczesny pogrzeb Darwina. Wybór esejów*, Prószyński i S-ka, Warszawa 1999). Ten sam tytuł nosi najsłynniejsza chyba jego książka, wydana po raz pierwszy w roku 1980.

[4] Chyba, żeby za takie uznać wytwory tzw. kultury szatelperońskiej, znane głównie z kilku stanowisk we Francji, gdzie znaleziono zaawansowane artefakty przypisywane wcześniej pierwszym ludziom behawioralnie współczesnym, ale datowane na ponad 40 tysięcy lat i odnalezione w kontekście archeologicznym wskazującym raczej na związki z ostatnimi neandertalczykami w Europie. Czy to oznacza, że po wkroczeniu pierwszych kromaniończyków neandertalczycy podpatrywali i naśladowali dokonania swych nowych sąsiadów, czy może sami odnaleźli już własną drogę ku behawioralnej „współczesności", czy może oba te gatunki w miejscu kontaktów wzajem się inspirowały? Na te pytania trudno odpowiedzieć, bo wkrótce potem neandertalczycy odeszli z tego świata i nie zdążyli już tych swoich nowych osiągnięć upowszechnić ani udoskonalić.

[5] Odkrycie kości karłowatych ludzi sprzed zaledwie czterech tysięcy lat (!) na leżącej na północny wschód od Flores wyspie Palau może być wskazówką, co nas czeka w przyszłości, nawet jeśli optymistyczne twierdzenia o tych akurat „nowych hobbitach" zostały szybko zakwestionowane. Zob. Marcin Ryszkiewicz, *Mamy nowych Hobbitów*, „Gazeta Wyborcza", 14 marca 2008.

[6] Np. Tajnów, pierwszych rdzennych Amerykanów, których Kolumb spotkał na Wielkich Antylach, a których kulturę ich współcześni „potomkowie" (mający podobną domieszkę ich genów) chcą dziś przywrócić do życia. Zob. Marcin Ryszkiewicz, *Człowiek zmieszany i trochę wstrząśnięty*, „Wiedza i Życie", 2, 2012.

[7] *FOXP2* odgrywa też istotną rolę u ptaków śpiewających (uszkodzony, zakłóca ich naturalne melodie), a także, jak się ostatnio okazało, w echolokacji u nietoperzy. Niedawno stwierdzono jednak, że nasza wersja *FOXP2* występowała też u neandertalczyka, a zdaniem Johna Hawksa również w genomie denisowian. Czy to wystarczyło, by przedstawiciele obu tych gatunków mogli posługiwać się mową artykułowaną? Nie wiadomo, ale z pewnością nie jest to jedyny „gen mowy".

[8] Katerina Harvati et al., *The Later Stone Age Calvaria from Iwo Eleru, Nigeria: Morphology and Chronology*, „PLoS ONE" 6(9), 2011. Darren Curnoe et al., *Human Remains from the Pleistocene-Holocene Transition of Southwest China Suggest a Complex Evolutionary History for East Asians*, „PLoS ONE" 7(3), 2012.

[9] Więcej na temat samoudomowienia i historii tej idei piszę w Apendyksie.

[10] Do niezbyt licznego grona zwolenników skokowego przyspieszenia tempa ewolucji należą między innymi Gregory Cochran i Henry Harpending, autorzy książki *The 10,000 Year Explosion: How Civilization Accelerated Human Evolution* (Basic Books, 2010), do której powrócimy w kolejnym rozdziale.

Rozdział jedenasty

Pamiętliwe geny

Truizmem jest stwierdzenie, że każdy gatunek ma swoje ulubione środowisko, w którym czuje się najlepiej[1]. Przystosowanie oznacza po prostu posiadanie cech, które zostały wyselekcjonowane, by ich posiadacz mógł w danych warunkach najlepiej prosperować; w innych faworyzowane są inne cechy. Gatunek można więc traktować jako swego rodzaju odbicie środowiska — temperatury, wilgotności, sezonowości klimatu, obecności specyficznych drapieżników i patogenów, konkurentów i partnerów, a w końcu i innych konkurujących między sobą populacji tego samego gatunku. Do konkretnych cech środowiska, czyli do niszy ekologicznej, przystosowana jest budowa (anatomia) organizmów, ich fizjologia oraz zachowania (behawior). Gdy na przykład środowisko jest skrajnie sezonowe (jak w Arktyce), dobrym rozwiązaniem są okresowe migracje, pozwalające uniknąć długiej, mroźnej i ciemnej zimy. Można powiedzieć, że migracje są behawioralnym odzwierciedleniem sezonowości, tak jak płetwy są anatomicznym odzwierciedleniem środowiska wodnego, skrzydła — powietrznego, a sonary (nietoperzy i delfinów) — ciemności. Mieszkańcy każdej z nisz ekologicznych są więc niejako żywą projekcją swych środowisk, formą ich fotograficznego negatywu. Znając ów negatyw, można — teoretycznie — odtworzyć w szczegółach warunki, w jakich ewoluował dany gatunek.

Dopasowanie organizmów do środowiska sprawia, że egzystencja w innych warunkach, nieco choćby odbiegających od gatunkowej normy, może być ryzykowna i zmniejszać szanse na sukces. W świecie gęsto upakowanym gatunkami, a takim jest świat darwinowski, puste nisze zdarzają się rzadko, więc opuszczając własną, prawie zawsze ryzykuje się konfrontację z lepiej przystosowanymi sąsiadami. Gdy potężna eksplozja wulkanu wyjałowiła indonezyjską wyspę Krakatau, na której nagle otworzyły się przeróżne wolne nisze do zasiedlenia, z sąsiednich lądów i wysp ruszyła od razu lawina kolonizatorów, ale zaledwie po kilkudziesięciu latach wszystkie opuszczone nisze zostały zajęte, tak że następni chętni nie mieli już czego szukać. Wybuchy wulkanów czy inne katastrofy „stwarzające” nowe terytoria do zasiedlenia to jednak wydarzenia nieczęste i takie okazje szybko przemijają. Stąd każdy organizm musi kolonizować odpowiednie dla siebie miejsca najszybciej, jak to możliwe, by nie przegapić okazji, która może się nie powtórzyć. Dobrą ilustrację stanowią pasożyty, które zwykle rzadko napotykają przechodzących obok żywicieli (a tylko na nich lub w nich czują się „u siebie”), muszą więc wykształcić precyzyjne instrumenty do ich wczesnego wykrywania i zasiedlania. Kleszcz na gałęzi ma tylko jedno „marzenie” — by w pobliżu przeszedł ciepłokrwisty ssak, na którego mógłby skoczyć i dostać się do upragnionej krwi, ale szansa na to jest niewielka. Musi więc być stale gotowy i gdy zmysły zasygnalizują zbliżanie się wyczekiwanej stałocieplnej „niszy”, podjąć natychmiastowe działania, bo być może nigdy więcej się to nie zdarzy…

To samo dotyczy wszystkich organizmów. Morskie ślimaki czaszołki (patelle) żyją w międzypływowej strefie na wybrzeżach. Tu przytwierdzają się do kamieni, a gdy przypływ odchodzi i skały się odsłaniają, w oczekiwaniu na kolejny z całej siły do nich przywierają, by zachować pod muszlą wodę. Na piaszczystych plażach takich kamieni nie ma jednak wiele, więc dla wolnopływających larw tych mięczaków znalezienie odpowiedniej niszy (twardej skały) jest trudne — chętnych zawsze dużo, a dobrych miejsc mało. Larwy patelli (i innych żyjących w podobny sposób zwierząt, np. pąkli) stały się więc mistrzami w wynajdywaniu kamieni na plażach i dlatego niemal każdy centymetr kwadratowy wystarczająco twardych powierzchni bywa zajęty — poważna to niewygoda dla ludzi, gdyż chodzenie boso po ostrych pancerzach ślimaków jest bardzo nieprzyjemne.

Taki proces „doboru siedlisk” (*habitat selection*) byłby jedynie dość może ciekawą, ale w sumie banalną obserwacją, gdyby występował jedynie u kleszczy, patelii czy pąkli. Ale dotyczy w zasadzie wszystkich gatunków, a jeden z nich, ze względu na zajmowane przez siebie nisze i swą historię ewolucyjną, znacznie bardziej nas interesuje. Tym gatunkiem jest oczywiście człowiek. Pytanie brzmi: czy istnieje jakiekolwiek naturalne i aktywnie wybierane środowisko życia *Homo sapiens*, skoro wiemy, że gatunek ten zasiedla dziś praktycznie wszystkie obszary lądowe na Ziemi, od mroźnej tundry po lasy deszczowe na równiku. A jeśli taki habitat istnieje, jak go badać i co z takich badań może wyniknąć? Te pytania nabrały szczególnego znaczenia, od kiedy w latach 70. ubiegłego wieku zaczęło stawać się coraz bardziej prawdopodobne, że nasz gatunek mógł powstać w jednym tylko miejscu na afrykańskiej sawannie i pozostawać w tym wybranym przez siebie (lub ewolucję) środowisku przez znaczną część swojej historii, by potem opuścić Czarny Ląd i szybko rozprzestrzenić się po całym świecie. Oddalając się od afrykańskiej ojczyzny, człowiek napotykał po drodze niezmierzone bogactwo środowisk coraz bardziej od niej odmiennych. Czy jednak pamięć „ziemi ojczystej” pozostała w naszych genach i czy, wybierając sobie nowe miejsca do zasiedlenia, kierowaliśmy się biologicznie utrwalonym, choć pewnie z czasem coraz bardziej rozmytym, wspomnieniem Raju Utraconego? Może nadal się nim kierujemy? A może właśnie dziś, gdy mamy takie możliwości, te afrykańskie wspomnienia staramy się odtworzyć, nie zdając sobie nawet sprawy, że kieruje nami jakiś zapisany w genach i wciąż czytelny obraz? To nie są banalne i wydumane problemy, a odpowiedzi na takie pytania mogą mieć realne, wymierne i bardzo dalekosiężne konsekwencje.

Pierwszy na pomysł zbadania naszych ukrytych preferencji wpadł w latach 60. XX wieku Richard Coss, który zapoczątkował dziedzinę zwaną estetyką ewolucyjną i zaczął analizować nasze reakcje na dzieła sztuki i naturalne krajobrazy w kategoriach biologicznych odpowiedzi na typowe bodźce środowiskowe. Zauważył np., że specyficzne, podobne do lamparcich plamy na futrze wywołują panikę wśród makaków, nawet takich, które od pokoleń nie miały kontaktów z tym drapieżnikiem. Zadał następnie pytanie, czy analogiczna wrodzona reakcja na tego typu deseń nie występuje także u ludzi i czy jest na pewno przypadkiem, że lamparcie skóry z upodobaniem noszą różni dyktatorzy (słynął z tego Mobutu Sese Seko z Zairu i Mu-

amar Kadafi z Libii; z ulubionym tygrysem chętnie pokazuje się dziś Władimir Putin), którzy mogą starać się wymusić w ten sposób lęk i posłuszeństwo poddanych.

Poważne i na szeroką skalę zakrojone badania podjął później Gordon Orians, ekolog z University of Washington, który przeprowadził prosty i pomysłowy eksperyment. Uczestnikom swoich badań pokazywał zdjęcia przedstawiające różne krajobrazy z różnych okolic świata, prosząc o wybranie miejsca, w którym najbardziej chcieliby zamieszkać. Badani wywodzili z różnych środowisk, różnych ras i grup etnicznych i mieszkali w najróżniejszych miejscach, ale ich preferencje okazały się w pewnych kluczowych punktach zbieżne: większość wybierała otwarte trawiaste krajobrazy z izolowanymi drzewami, faliste (ale nie górzyste) ukształtowanie terenu i do tego strumienie lub niewielkie zbiorniki wodne o łatwo dostępnych brzegach. Orians znał ewolucyjną historię człowieka, bez trudu więc zauważył, że to wyidealizowane, poniekąd archetypowe środowisko najbardziej przypomina afrykańską sawannę — choć żaden z badanych nigdy jej osobiście nie widział i żaden jej nie wskazywał jako odniesienia dla swych wyborów. Na suchych i upalnych sawannach woda ma szczególną moc przyciągania, a pojedyncze wzniesienia pozwalają kontrolować okolicę, by, gdy w polu widzenia pojawi się drapieżnik, móc salwować się ucieczką. Orians uznał, że nasze predylekcje do określonych krajobrazów są dziedzicznie zakodowaną formą dostosowania do siedliska, a nie efektem działania kulturowo uwarunkowanych kryteriów estetycznych. Kolejne badania, w których uczestnikom mierzono fizjologiczne i psychosomatyczne reakcje (puls, pocenie się, fale mózgowe, zmiany nastroju) na pokazywane zdjęcia różnych lokalizacji, potwierdziły, że reakcje te wiążą się z głęboko zakorzenionymi doznaniami o charakterze biologicznych adaptacji. Mogło to sugerować, że biologicznie ciągle jesteśmy mieszkańcami sawanny i nasze geny wciąż nam o tym przypominają. To twierdzenie Orians nazwał „hipotezą sawanny”, co szybko podchwyciły światowe media. Dla mieszkańców wielkich metropolii było to zaskakujące i w sumie dość inspirujące odkrycie, znacznie ważniejsze jednak, że odbiło się szerokim echem także wśród psychologów (nie tylko ewolucyjnych) i stało się podstawą dla wielu innych badań z tak odległych dziedzin jak historia sztuki, architektura ogrodów i kształtowanie krajobrazu, a nawet medycyna. Liczne badania potwierdziły na przykład terapeutyczne znaczenie widoków, jakie pacjenci

mogli oglądać z okien sal szpitalnych, a nawet na ich ścianach. „Sawanna” zapewniała najlepsze wyniki…

W kolejnych eksperymentach Orians zajął się bardziej szczegółowymi kwestiami i spróbował sprawdzić na przykład, czy istnieje jakiś preferowany kształt i sposób rozmieszczenia drzew na oglądanych obrazach. Badanym pokazywał teraz zdjęcia drzew o różnie uformowanych koronach i różnej budowie pni, a także rosnących luźno, w kępach lub zagajnikach. Okazało się, że ze wszystkich możliwych konfiguracji jedna wzbudzała najbardziej pozytywne reakcje — drzewa liściaste, rosnące w rozproszeniu i, co najważniejsze, o rozłożystych, parasolowatych koronach z najniższymi gałęziami na niezbyt dużej wysokości. Tym razem znów oczywiste rozwiązanie podpowiada znajomość historii rodowej i paleośrodowiska człowieka — właśnie w taki, bardzo charakterystyczny sposób rosną i tak wyglądają afrykańskie akacje (sawannowe; gdzie indziej ten gatunek przybiera inne kształty), na których, jak można się domyślać, nasi przodkowie spędzali noce i gdzie szukali schronienia w razie nagłych zagrożeń (niskie konary ułatwiają wspinaczkę).

Brytyjska arystokracja, czyli o urokach sawannyzacji

Naszą estetykę, ale i ekologiczne preferencje dla określonych krajobrazów można odnaleźć też w malarstwie pejzażowym, które stało się kolejnym obiektem zainteresowania Oriansa. Wiele obrazów dawnych angielskich mistrzów tego gatunku, np. Johna Constable’a, przedstawiało dokładnie takie widoki, jakie za najatrakcyjniejsze uznawali uczestnicy jego badań: otwarte przestrzenie rzadko porośnięte drzewami, cieki wodne i lekko pofalowany teren. Oriansowi udało się w kilku przypadkach porównać oryginalne lokalizacje uwiecznione przez Constable’a z jego płótnami (angielski krajobraz trwa znacznie dłużej niż polski i nie ulega takim zmianom) i wtedy wyszła na jaw rzecz ciekawa. Otóż w stosunku do „oryginału” Constable przeprowadzał nieraz zabieg wyraźnej, choć zapewne nieświadomej „sawannyzacji”: rozrzedzał drzewostan, zmieniał kształt koron na bardziej rozłożysty, podnosił niewielkie pagórki i zmieniał wąskie strumyki w rozlewające się rzeczki. Najwyraźniej podświadomość odbiorców kazała pejzażyście nadawać angielskiemu krajobrazowi bardziej afrykański charakter. Takie najbardziej „zsawannyzowane” krajobrazy pojawiały się też często w przypadku utrzymanych w stylu angielskim ogrodów rezydencji brytyjskiej arystokracji. To było kolejne interesujące odkrycie Oriansa — tam, gdzie właściciel dysponował środkami i przestrzenią, by aktywnie kształtować swe otoczenie, kazał tworzyć krajobraz, który najbardziej przypominał ów archetypowy widok ludzkości. Dla wielu było to podobne bluź-

nierstwo, jak dla historyka sztuki myśl, że dzieła malarskie oceniamy przez pryzmat instynktownych odruchów zapisanych w genach. W artykule opublikowanym w „Discover”[2] Richard Coniff cytuje pełną oburzenia reakcję jednego z arystokratów, który usłyszawszy, że ogrody arystokratycznych rezydencji mogą być dalekim „genetycznym” wspomnieniem afrykańskiej sawanny, zakrzyknął: „To absurd! My tylko próbujemy przywrócić naturalny charakter angielskiego krajobrazu”. Mylił się bardzo — gdyby to miało być prawdą, powinien zmienić swój ogród w gęsty las, Anglia bowiem była nimi porośnięta i została ich pozbawiona już w początkach naszej ery, głównie za sprawą Rzymian. Podobnie zresztą, choć na mniejszą skalę, jak cała Europa. Jest rzeczą ciekawą, że pojawieniu się ludzi współczesnych na nowych kontynentach: w Europie, Ameryce Północnej czy Australii, towarzyszyło niemal od razu wypalanie lasów i zamiana środowisk leśnych na otwarte tereny trawiaste, zajmowane czasem (i z czasem) przez uprawy zbóż. Bywa to zwykle wiązane ze zwycięstwem rolnictwa nad gospodarką zbieracko-łowiecką, ale po rewelacjach Oriansa wielu naukowców zwróciło uwagę, że niezależnie od bezpośrednich przyczyn, natychmiastowych skutków i świadomych intencji ostatecznym rezultatem tych przeobrażeń była wyraźna „sawannyzacja” krajobrazu, w czym zresztą, obok pożarów, typowych dla sawanny, pomagała nam obecność stad zwierząt hodowlanych, spełniających te same funkcje ekologiczne, co wielkie stada antylop i zebr na sawannach.

Rodzimy się więc z naszą wewnętrzną sawanną i jest to zjawisko intrygujące. W końcu geny kodują jedynie białka, a więc ciąg aminokwasów. I nic więcej. Czy w białkach da się zapisać obrazy i to z takimi detalami, jak kształt koron drzew lub forma ukształtowania terenu? Wydaje się to niemożliwe, ale… Genom i sposób jego funkcjonowania jest wciąż dla nas w dużej mierze czarną skrzynką, o której wiemy głównie to, co jest „na wyjściu”. A są tam rozmaite nasze ulubione obrazy, zapisane niekiedy w genach z nieporównanie większą precyzją.

Jednym z takich archetypowych obrazów jest kanon ludzkiej urody. Psychologowie ewolucyjni dawno już zidentyfikowali te estetyczne preferencje, wskazując chociażby na naszą nadzwyczajną, choć równie nieświadomą tęsknotę za symetrią. Okazało się na przykład, że potrafimy bezbłędnie rozpoznawać symetrię ludzkiej twarzy, nawet jeśli obie jej połówki różnią się tak nieznacznie, że można to dostrzec jedynie dzięki zaawansowanej technice porównywania zdjęć. Nasz mózg robi to bezwiednie — i bezbłędnie. Mózg dobrze wie, czego szukać, jakie cechy oceniać i jak je porównywać z owym idealnym wzorcem, który w nim tkwi. I dotyczy to nie tylko twarzy, ale i całego ciała. Gdy jest to mózg męski, szuka dużych oczu, za-

okrąglonych i lekko zaróżowionych policzków, długich i falujących włosów, wysmukłej szyi, kształtnego biustu, wciętej talii i rozszerzonych bioder (w proporcjach ściśle ustalonych i natychmiast rozpoznawalnych), długich nóg, gładkiej bezwłosej skóry i tysiąca innych detali, które mają ściśle ustaloną wartość estetyczną i których walor przekracza granice etniczne, rasowe, religijne i językowe. To najprawdziwsza biologiczna adaptacja i prawdziwie wrodzony kanon piękna, utrwalony w procesie ewolucji po to, by można było szybko i skutecznie wyszukiwać najwartościowszych partnerów seksualnych. Wyjaśnienie jest oczywiste — symetria ciała wskazuje na zdrowie i odporność na pasożyty, inne cechy na płodność, witalność i młodzieńczość, tak ciała, jak psychiki. To dlatego, że te kryteria są tak szczegółowe i tak powszechne, możliwe są ponadkulturowe i ponadetniczne konkursy Miss Uniwersum, choć pewnie żaden z jurorów nie zdaje sobie sprawy, co nim kieruje. I żaden nie wie, w jaki sposób w jego DNA tego typu kanony zostały zapisane. Zresztą nie wie tego również żaden genetyk.

Obecność genetycznych preferencji do określonego typu środowiska (krajobrazu) nie musi oznaczać, że są to preferencje wyłączne. Wprawdzie siła oddziaływania naszej archetypowej sawanny może być pewnym potwierdzeniem hipotezy pożegnania z Afryką (i służyć też jako argument przeciw hipotezie multiregionalnej), ale nietrudno zauważyć, że i pierwotne badania Oriansa, i wszystkie późniejsze, bardziej szczegółowe analizy na tej właśnie hipotezie w dużej mierze bazowały. Nasza skłonność do sawannowego krajobrazu jest zapewne faktem, ale faktem są też i inne preferencje, na które w tych badaniach nie zwracano uwagi, bo żadna z koncepcji antropogenezy ich nie przewidywała. Tymczasem stosunkowo niedawno całkiem niespodziewanie okazało się, że, przynajmniej gdy chodzi o ostatnie sto tysięcy lat naszych dziejów, ludzie (a w każdym razie część z nich) odkryli dla siebie również i inne środowiska, którym pozostawali później wierni przez długie tysiąclecia. Tym, które pozwoliło im dotrzeć na najdalsze rubieże świata, były na przykład morskie wybrzeża. Badania z zakresu „paleontologii genetycznej” (zapisanych w naszych genach szlaków dawnych migracji) pokazały, że kolonizacji odległych lądów: Azji, wysp Indonezji, Australii, a może również Ameryki, dokonywali mieszkańcy wybrzeży, ludzie, którzy związali swoje losy z morzem i jego bogactwami. Nawet samo opuszczenie Afryki nie odbyło się zapewne, jak do niedawna jeszcze niemal wszyscy przypuszczali, przez tereny dzisiejszego Izraela i Bliskiego

Wschodu (a więc „suchą stopą”), ale szlakiem bardziej południowym, wprost przez Morze Czerwone, z Erytrei do Jemenu (na obu brzegach znaleziono stanowiska praludzkie sprzed ok. stu tysięcy lat, z nagromadzeniami muszli odławianych przy brzegu mięczaków). Wróciła przy tej okazji niemal już zapomniana koncepcja „wodnej małpy”, która opierała się na ewidentnych u ludzi (i bardzo nietypowych u innych naczelnych) przystosowaniach do pływania. Istotnie, nawet ludzkie noworodki wykazują wrodzone zdolności do poruszania się w wodzie[3]. Na wyspie Flores, poza słynnymi hobbitami, znaleziono też bardzo stare, liczące ponad milion lat narzędzia kamienne, wykonane przez ludzi (*Homo erectus*, *„Homo georgicus*”?), którzy musieli tam przybyć na łodziach lub tratwach. To wszystko wskazuje, że nasze związki z morzem miały bardzo długą i bardzo bogatą historię. Zasiedlając nowe światy, trzymaliśmy się głównie otwartych, choć luźno zadrzewionych, trawiastych terenów (i coraz częściej sami takie stwarzaliśmy), ale ich podbój następował zapewne w dużej mierze wzdłuż wybrzeży i dokonywali go ludzie, którzy nad morzem czuli się najlepiej (to tzw. hipoteza *beachcombing* — „przeczesywania plaż”)[4]. Tam też zapewne dawni ludzie znajdowali najbardziej wartościowe pożywienie — te morskie wybrzeża łączące nas wąskim pasem lądu z Afryką mogły być swoistą pępowiną, dzięki której nie zerwaliśmy od razu z utraconym bogactwem naszej ryftowej praojczyzny. Ostatecznego przecięcia tej pępowiny dokonali dopiero ci, którzy, nauczywszy się grupowych łowów i opanowawszy sztukę rozpalania oraz wykorzystania ognia, porzucili wybrzeża i wyruszyli na stepy i w góry Azji Środkowej. To prawdopodobnie oni, już jako kromaniończycy, okrężną drogą dotarli później do Europy.

W badaniach Oriansa uczestnicy mogli oglądać różne środowiska lądowe i deklarowane przez nich preferencje bez wątpienia były autentyczne. Gdy jednak ludzie żyjący w chłodniejszych okolicach sami mogą wybierać swe ulubione otoczenie (np. planując wakacje lub wybierając miejsce na spędzenie „jesieni życia”), zniewalającą moc przyciągania zdają się mieć morza południowe. Jako „genetyczni Afrykanie” jesteśmy ciepłolubni (to dlatego latem tłumy odpoczywają nad Morzem Śródziemnym, a nie na równie pięknych plażach Grenlandii), jako pierwotni mieszkańcy sawanny lubimy otwarte, słabo zadrzewione obszary trawiaste, ale jako potomkowie *beachcombers* ciągniemy ku morzom południowym. W naszych mózgach i naszych genomach nawarstwiły się i utrwaliły pokłady wspomnień, a wszyst-

kie nasze działania są wypadkową zachowań, które odziedziczyliśmy po bardzo różnych przodkach. Jesteśmy żywą historią, która wciąż daje o sobie znać.

Doug Larson, czyli przygoda z klifami

Niektórzy naukowcy idą dalej i spekulują, że również późniejsze ewolucyjne perypetie pozostawiły w nas jakieś ślady. Przez dziesiątki tysięcy lat, przynajmniej w Europie i w paru innych miejscach na świecie, to jaskinie, a nie sawanna czy morskie wybrzeża, dawały nam schronienie. Na przykład wedle pewnej ciekawej hipotezy, budując miasta, nieświadomie odtwarzamy skaliste klify, wraz z ich pionowymi ścianami, załomami, balkonami i jaskiniami. A potem do naszych miast-klifów ciągną również rzesze zwierząt i roślin, które w tych sztucznych klifach też odnajdują swoje utracone wspomnienia. Początki tej koncepcji sięgają lat 80. ubiegłego wieku, kiedy to kanadyjski ekolog Doug Larson ze swoim studentem Stevem Springiem badał rosnące na skałach Niagara Escarpment fantastycznie pokręcone drzewa *Thuja occidentalis*, chcąc ustalić wiek najstarszych okazów[5]. Panowało wówczas przekonanie, że drzewa te muszą być względnie młode, gdyż uczepione korzeniami tak niestabilnego podłoża nie miały szans na długą egzystencję. Badania wymagały między innymi wspinania się na linach po pionowych ścianach, ale wyniki okazały się sensacyjne — te karłowate i ciężko doświadczone przez los drzewa żyły na swych skalistych urwiskach przez setki lat, a najstarsze pamiętały czasy narodzin słynnego wodospadu. Podobne analizy przeprowadzono też na innych skalistych klifach na całym świecie i wszędzie znajdowano swoiste refugia drzew, które trwały nieprzerwanie od setek, a czasem i tysięcy lat. Podczas tych badań Larson z konieczności obserwował też inne klifowe organizmy, a to, co zobaczył, utwierdzało go coraz mocniej w przekonaniu, że zapomniany klifowy świat może mieć coś wspólnego z najmniej naturalnym środowiskiem świata — z miastem, które on sam porzucił, by znaleźć się jak najbliżej natury i jak najdalej od zgiełku wielkich metropolii.

O pewnych paralelach między skalistymi klifami a miastami ekologowie wiedzieli już dawniej, choćby na podstawie obserwacji gołębi, dla których nasze budynki stały się drugim — a dziś już *de facto* pierwszym — domem. Te najbardziej charakterystyczne ze zwierzęcych mieszkańców naszych miast ptaki to w prostej linii potomkowie dzikiego gołębia skalnego (*Columba livia*). Dziś zastąpiły one swe pierwotne środowisko, czyli klifowe skały, ceglanymi i kamiennymi namiastkami; i to tak skutecznie, że miejskie populacje wielokrotnie przewyższają już liczebnością kolonie wciąż gnieżdżące się wśród skalnych załomów. Podobnie postąpiły np. sokoły wędrowne, które wśród wieżowców słynnej nowojorskiej Piątej Alei znalazły warunki najbardziej przypominające ich naturalne otoczenie (jedna z zaledwie kilku polskich par tych ptaków gniazduje regularnie na Pałacu Kultury w Warszawie). Larson uznał jednak, że możliwa jest teza znacznie bardziej fascynująca i na pierwszy rzut oka szalona: nasze miasta mogły stać

się dla gołębi czy sokołów namiastką klifów dlatego, że najpierw taką właśnie namiastką stały się dla ich budowniczych. Gdy Larson, pełen nowych pomysłów, wrócił do swych akademickich zajęć, nie bez zdziwienia spotkał kilku innych uczonych, których również nurtowały podobne do jego zwariowane myśli. Z piątką z nich przegadał potem długie godziny, szlifując zarysy nowej koncepcji, która w końcu rozrosła się do sporych rozmiarów książki o prowokacyjnie brzmiącym tytule *The Urban Cliff Revolution* [*Rewolucja miejskich klifów*].

Pierwsza część książki to wykład hipotezy, wedle której nasze miasta są w pewnym sensie projekcją wapiennych klifów, z którymi tak długo wiązaliśmy swe losy W drugiej części autorzy idą jeszcze dalej i dowodzą, że nasze miejskie ekosystemy — a miasta są siedliskami specyficznej fauny i flory, której nigdzie indziej w takim zestawie nie spotkamy — przypominają te, które porzuciliśmy, kiedy na dobre rozstaliśmy się z jaskiniami. Autorzy podają długą listę takich miejskich, ale i klifowych zarazem gatunków. Wśród roślin do tej grupy należą tak znane rodzaje jak dmuchawiec (mniszek lekarski), babka, tulipan, geranium, forsycja, piwonia, petunia i niemal wszystkie nasze rośliny uprawne, a spośród zwierząt miedzy innymi karaczany, szczury norweskie, świnki morskie, wróble, jaskółki, sowy płomykówki czy wspomniane już gołębie i sokoły wędrowne. Lista jest imponująca, a wnioski — zadziwiające. Klify obejmują znikomy ułamek promila powierzchni Ziemi (mniejszy niż powierzchnia parkingów, jak piszą autorzy), ale gatunki klifowe to *połowa* wszystkich roślin i zwierząt, które obrały na swój (nowy) dom nasze miasta.

Więc jak to w końcu jest? Czy jesteśmy gatunkiem sawannowym, nadmorskim, czy jeszcze jakimś innym i czy w ogóle mamy jakieś konkretne, precyzyjnie określone „najlepsze” środowisko życia? Najbliższa prawdy odpowiedź jest taka, że naszą biologiczną naturę, a więc i nasze ekologiczne preferencje, ukształtowała długa i burzliwa historia, a jej ślady zapisały się w naszych genach i do dziś kształtują nasze zachowania. Zapewne wspomnienie sawanny jest najstarsze i najbardziej powszechne — jeśli prawdą jest, że wszyscy wywodzimy się od sawannowych przodków. Ale prawdą jest też, że jesteśmy — przynajmniej niektórzy z nas — potomkami *beachcombers* i dlatego ciepłe, morskie wybrzeża mają dla nas nieodpartą moc przyciągania. I w końcu jesteśmy też — znów: niektórzy z nas — potomkami mieszkańców jaskiń i może nie jest przypadkiem, że to oni właśnie (a więc, głównie, Europejczycy) przechowali te dawne wspomnienia pod postacią dzisiejszych miast i oni stali się ich głównymi budowniczymi. W pewnym sensie człowiek nie tyle selekcjonuje swoje siedliska, co stwarza najbardziej przybliżoną namiastkę owych pierwotnych nisz. To tak, jak gdyby wspomniane już patelle, zamiast wyszukiwać kamienie na piaszczy-

stej plaży, konstruowały je, zlepiając luźny piasek w zbite piaskowcowe skały.

Toksyczne wspomnienia

Rozprzestrzeniając się po świecie, ludzie oddalali się coraz bardziej od swoich pierwotnych siedlisk i choć gdzieniegdzie próbowali je (nieraz z powodzeniem) odtwarzać, to z pewnością nie mogli tego dokonać w szczegółach, a właśnie w nich, jak wiadomo, tkwi diabeł. Pamiętajmy — jesteśmy gatunkiem „z natury" ciepłolubnym, przystosowanym do życia w bogatym (ryftowym) środowisku, na obszarach suchych i bezleśnych, ale exodus poza Afrykę sprawił, że opanowaliśmy setki najrozmaitszych nisz ekologicznych, od dżungli Amazonii poprzez wyspy Pacyfiku po arktyczną tundrę, radykalnie odmiennych od tych, które opuściliśmy. Pamiętajmy też, że ów exodus odbywał się w czasie dla istot ciepłolubnych wyjątkowym — podczas nawracających epok lodowych, które do Afryki nigdy nie dotarły, ale gdzie indziej zmuszały przybyszów do radzenia sobie w warunkach, jakich ani oni, ani ich przodkowie nigdy nie zaznali. I wszystko to działo się bardzo szybko, w ewolucyjnym okamgnieniu. Od naszego wyjścia z Afryki minęło zaledwie pięćdziesiąt tysięcy lat, a to z pewnością zbyt mało, by na każde z tych wyzwań znaleźć właściwą przystosowawczo odpowiedź. Z częścią poradziliśmy sobie dzięki kulturowym, a nie biologicznym adaptacjom — na przykład przed chłodami chroniły nas ogień i ubrania. Wobec innych swoją kreatywną moc okazał dobór naturalny, na przykład dopasowując zawartość melaniny w skórze do nasłonecznienia, a stężenie hemoglobiny w krwi do wysokości nad poziomem morza, ale pozostały i takie, na które nie potrafiliśmy znaleźć odpowiedzi i które przez stulecia zbierały wśród nas ponure żniwo. I trudno się dziwić — przy takiej różnorodności siedlisk i tak krótkim czasie, jakim dysponowaliśmy, by się do nowej rzeczywistości przystosować, wiele z ewolucyjnych zaszłości musiało dać o sobie znać. Owszem, migracje ludzi behawioralnie współczesnych nie doprowadziły ich od razu do środowisk najbardziej ekstremalnych. Z początku trzymaliśmy się morskich wybrzeży, żywiliśmy owocami morza i nie opuszczaliśmy obszarów o ciepłym klimacie, ale potem część z kolonistów skierowała się na północ, na tereny oddalone od wybrzeży, mroźne i często

ubogie. Wtedy właśnie zaczęły się kłopoty. Mimo całej plastyczności naszego gatunku, niektórym wyzwaniom nie był on po prostu w stanie sprostać lub też udało się nam to dopiero w ostatnich czasach, co kosztowało życie niezliczonych ofiar. By uzmysłowić sobie skalę i charakter tych wyzwań oraz miarę ludzkiego niedostosowania, posłużymy się tu trzema wybranymi przykładami, które — na zasadzie *pars pro toto* — ukażą, na czym nasze problemy polegały.

O pewnej mutacji sprzed 63 milionów lat, która zmieniła losy świata

Ta historia brzmi zupełnie nieprawdopodobnie, ale jest jak najbardziej prawdziwa. Przed 63 milionami lat u wspólnego przodka wszystkich małp nastąpiła drobna mutacja, która wyciszyła jeden z ponad dwudziestu tysięcy genów, co w czasach nowożytnych przyczyniło się do powstania wspaniałych dzieł holenderskich artystów, a w dwieście lat później do narodzin najbogatszego państwa w Afryce. Jak to możliwe?

Mutacja, o której mowa, dotyczyła genu *GULO*, który, mówiąc w dużym uproszczeniu, odpowiada za syntezę witaminy C (kwasu askorbinowego). Związek ten, występujący w organizmach wszystkich gatunków zwierzęcych i roślinnych (i u wielu mikroorganizmów), jest potężnym przeciwutleniaczem, chroniącym komórki przed szokiem tlenowym. Bierze też udział w wielu reakcjach metabolicznych, z których najważniejsza jest synteza kolagenu, bardzo ważnego związku, który służy zwierzętom m.in. do budowy kości, tkanek łącznych i naczyń krwionośnych. Zakłócenie tego procesu ma poważne konsekwencje, takie jak łamliwość kości, problemy z gojeniem się ran czy samoistne krwotoki. Bez witaminy C po prostu nie da się żyć.

Biologiczna kariera kwasu askorbinowego zaczęła się bardzo dawno, bo pewnie przed ponad czterystu milionami lat, kiedy to wychodzące na ląd organizmy zaczęły odczuwać brak obecnych w wodzie morskiej związków i pierwiastków, takich jak jod, selen, mangan czy żelazo, które na wcześniejszym, morskim etapie życia służyły im jako ochrona przed tlenowym zagrożeniem. W wodzie morskiej jest wszystko i to podane w łatwo przyswajalnej postaci jonów, a podbój lądów wiązał się z wieloma takimi brakami (co zresztą w ciekawy sposób łączy ten najwcześniejszy exodus z o wie-

le późniejszym podbojem świata przez pewien gatunek „ryftowych” małp). Problem z wolnym tlenem (i z promieniowaniem UV) miały wszystkie lądowe organizmy i wszystkie musiały jakoś go rozwiązać. Witamina C, obok innych związków (takich jak witaminy A i E), stała się takim uniwersalnym przeciwutleniaczem, zastępującym niedostępne na lądzie morskie antyoksydanty. Dlatego jest niezbędna zwierzętom wszystkich gatunków — od drożdży po człowieka. Organizmy ogromnej większości z nich same produkują niezbędne ilości witaminy C (z glukozy), ale z człowiekiem (i z większością naczelnych) jest inaczej[6] — mutacja wyłączyła ten jakże potrzebny gen *GULO* i uzależniła nas od spożywania pokarmów bogatych w ten związek, w szczególności owoców, gdzie jest go najwięcej (innym, równie bogatym źródłem jest np. wątroba ssaków lądowych).

Dlaczego pozbyliśmy się tej zdolności, skoro jest tak potrzebna? Mutacja genu *GULO* zaszła dawno, na początku kenozoiku, gdy linia naczelnych rozdzielała się na dwie gałęzie — Strepsirhini (dawniej nazywane małpiatkami) i Haplorrhini[7], czyli wyższe naczelne. Małpy w odróżnieniu od owadożernych małpiatek żywią się owocami i być może w tym właśnie kryje się odpowiedź na interesujące nas pytanie. Owoce, które są bogatym źródłem witaminy C, pozwoliły nam (i innym prymatom) na rezygnację z własnej produkcji, bo produkowały ją za nas, a w lesie tropikalnym owoce zawsze były pod ręką. Tyle, że ludzie już od dawna nie żyją w lesie, ale zmutowany (pseudo)gen *GULO* pozostał…

W normalnej ludzkiej diecie podaż witaminy C jest zazwyczaj wystarczająca (w mięsie, rybach i pokarmie roślinnym), ale wraz z rozwojem cywilizacji pojawiły się zagrożenia, na które nasz gatunek nie był przygotowany. Ludzie zaczęli bowiem prowadzić wojny i wyruszać w dalekie rejsy oceaniczne (a niektórzy spędzać lata w więzieniach) i wtedy przez całe tygodnie lub nawet miesiące i lata ich dieta przestała być normalna. W szczególności mogło brakować w niej witaminy C, a to skutkowało całą kaskadą uciążliwych następstw znanych pod wspólną i budzącą grozę nazwą: szkorbut (to od łacińskiej wersji — *scorbutus* — bierze się naukowa nazwa witaminy C: kwas *a*skorbinowy, czyli przeciwszkorbutowy).

Szkorbut, przypadłość przez wieki tajemnicza i przerażająca, jest chorobą — by tak rzec — ewolucyjną, bo wywoływaną przez niedopasowanie biologicznych adaptacji gatunku do aktualnych i lokalnych warunków środowiskowych, których dobór naturalny nie zdołał „przewidzieć”. Witaminy

zostały rozpoznane dopiero w XX wieku, o ewolucji do roku 1859 prawie nikt nie słyszał, a człowiek był zawsze uważany za najdoskonalszą istotę na Ziemi — któż mógł przypuszczać, że zostaliśmy pozbawieni umiejętności, jaką posiada każdy najmniejszy robak i wszystkie (poza świnkami morskimi) hodowane przez nas zwierzęta. Gdy chorowaliśmy, tłumaczyliśmy zwykle nasze dolegliwości działaniem jakiegoś dodatkowego czynnika, który znienacka nasz organizm atakował lub uszkadzał, a nie jako efekt organicznego deficytu i to w dodatku takiego, z jakim wszyscy przychodzimy na świat. To powodowało, że choć niejednokrotnie w dziejach dostrzegano związek między szkorbutem a brakami diety, były to obserwacje niesystematyczne, lokalne i zwykle szybko szły w niepamięć. Szkorbut był „chorobą marynarzy", a przecież na morzu w grę mogły wchodzić różne czynniki (wilgoć, długotrwałe odosobnienie, niedostatek słodkiej wody, wpływ zamknięcia na małej przestrzeni) i połączenie tej choroby akurat z owocami, nie mówiąc już o mutacji sprzed dziesiątków milionów lat, było praktycznie niemożliwe.

Szkorbut działa podstępnie. Najpierw pojawiają się ciemne plamy na skórze, potem krwawienia (wewnętrzne — w jelitach, i zewnętrzne — w jamie ustnej), później bolesne i niegojące się owrzodzenia, otwarte i powiększające się rany, potem zaczynają wypadać zęby, a w końcu nadchodzi śmierć. Wszystko to wyglądało bardziej na „dopust Boży" niż na konkretną i mającą określoną przyczynę chorobę; chorobę straszną i niepojętą, zbierającą przerażające żniwo. Ocenia się, że od epoki wielkich wypraw oceanicznych, a więc od około 1500 roku, do roku 1900 szkorbut pochłonął miliony istnień[8], wedle różnych szacunków podczas wyprawy Vasco da Gamy z roku 1499 ze stu siedemdziesięciu żeglarzy życie straciło stu szesnastu, załoga Magellana w roku 1520 skurczyła się z dwustu trzydziestu osób do dwudziestu dwóch (!) i wszystkie te ofiary przypisuje się szkorbutowi[9]. O objawach przypominających szkorbut pisał Hipokrates, w starożytnym Egipcie chorobę o podobnych symptomach zdiagnozowano już ok. roku 1550 p.n.e. Podczas prowadzonej na czterech kontynentach wojny siedmioletniej (1756–1763) tylko w marynarce brytyjskiej spośród 184 899 zarejestrowanych członków załóg zginęło (lub zaginęło) 133 708 ludzi i przyczyną śmierci większości z nich najprawdopodobniej był szkorbut.

Drobna mutacja, czyli źródła kolonialnej potęgi

Jak mówiliśmy, związek szkorbutu z brakiem owoców w diecie był kilkakrotnie w dziejach odkrywany (a potem zapominany) i tak właśnie stało się w XVI wieku, gdy swe zamorskie podboje zaczynała Holandia. Był to czas wojny osiemdziesięcioletniej, w której walczące o niepodległość Niderlandy zmagały się z Hiszpanią. Znaczna część działań toczyła się na morzu, obie strony dysponowały bowiem potężnymi flotami. Obie potrzebowały też ogromnych funduszy na prowadzenie walk, a naprawdę duże pieniądze mogły zapewnić tylko dwa źródła: srebro i złoto z hiszpańskich posiadłości w Ameryce oraz „korzenie" (głównie pieprz, goździki, gałka muszkatołowa i cynamon) z Indii Wschodnich. Jedno i drugie oznaczało długie wyprawy oceaniczne. Dlatego właśnie morski teatr działań wojennych stał się tak ważny. Podczas tej wojny otwarty był jeszcze jeden front, bardziej dramatyczny, choć mniej spektakularny — walka ze szkorbutem.

Szlak azjatycki kontrolowali wprawdzie Portugalczycy, ale i Holendrom udało się w końcu znaleźć własną, omijającą tereny ich ekspansji, drogę na wschód. Dalekie wyprawy handlowe wymagały funduszy i doskonałej organizacji, a że Holendrom zależało jedynie na towarach (i pieniądzach), a nie na podbojach, powołali w tym celu pierwszą na świecie wielką ponadnarodową korporację handlową: Kompanię Indii Wschodnich (VOC — *Verenigde Oostindische Compagnie*).

Aby dotrzeć do odległego celu, trzeba było pokonać dwadzieścia tysięcy kilometrów, zaopatrując się po drodze w świeżą żywność, zwłaszcza w owoce i warzywa, co było konsekwencją owej nieszczęsnej mutacji genu *GULO*, przez którą nie potrafimy produkować własnej witaminy C. W tym celu trzeba było stworzyć własną bazę zaopatrzeniową i to najlepiej gdzieś w newralgicznym punkcie na południu Afryki, z grubsza w tych okolicach bowiem kończyły się zapasy i zgromadzona w organizmach marynarzy witamina C. Taki cel przyświecał pierwszym holenderskim osadnikom — farmerom wysłanym w okolice Przylądka Dobrej Nadziei (to ich potomkowie utworzyli kilkaset lat później Republikę Południowej Afryki, do dziś najbogatsze państwo tego kontynentu).

Dzięki handlowym i politycznym sukcesom VOC Holandia stała się jedną z największych potęg ówczesnego świata. Zaczął się niderlandzki Złoty Wiek, okres niezwykłej pomyślności finansowej, politycznej i kulturowej. To wtedy powstały wspaniałe dzieła niderlandzkiej sztuki i niderlandzkiej nauki, wtedy też rozkwitły miasta protestanckiej północy. A Holandia, jako pierwsze i na długi czas jedyne morskie mocarstwo, uwolniła się niemal zupełnie od klątwy zmutowanego genu *GULO*.

Dziś szkorbut to historia, choć długo jeszcze gnębił marynarzy na wszystkich morzach. Problemem był wciąż brak teorii; niewiedza, co go wywołuje, a raczej — i w tym tkwiła największa trudność — czego brak jest jego

przyczyną i dlaczego. Holendrzy znaleźli tylko praktyczną odpowiedź, lecz nie wywiedli jej z badań, tylko z empirii. Szkorbut odchodził, gdy poprawiała się dieta marynarzy, ale nawracał, jeśli choćby z oszczędności obniżano ilość lub jakość racji. Jeszcze w XIX wieku szkorbut był zmorą niedożywionych dzieci w wiktoriańskiej Anglii, on też zapewne odpowiadał za śmierć Scotta i jego towarzyszy, gdy wracali z wyprawy na biegun południowy w 1912 roku. Dopiero przypadkowe badania nad świnkami morskimi, które tak jak ludzie mają zmutowany, niefunkcjonalny gen *GULO*[10], wykazały ostatecznie, że szkorbut jest chorobą deficytu, schorzeniem wynikającym z braku, a nie z obecności czynnika chorobotwórczego, a wyizolowanie witaminy C i jej synteza w latach 30. XX wieku dały nam do ręki tanią i skuteczną broń do walki z tą przypadłością. Podczas II wojny światowej w Anglii, a w latach 60. XX w. w USA prowadzono badania na ochotnikach (i więźniach), których dietę pozbawiono całkowicie witaminy C. Jak się okazało, wszystkie symptomy choroby ustępują po podaniu niewielkiej dawki suplementu tej witaminy (10 mg dziennie). Ostateczny dowód związku szkorbutu z witaminą C stanowiło odkrycie genu *GULO* i potwierdzenie jego niefunkcjonalności w genomie człowieka. W roku 1999 udało się wyhodować mysz o sztucznie dezaktywowanym genie *GULO* — gdy podawano jej teraz pożywienie ubogie w witaminę C, wykazywała symptomy podobne do ludzkiego szkorbutu.

Jodowe kłopoty

Historia, którą teraz opowiem, również sięga korzeniami wydarzeń sprzed setek milionów lat. Przodkowie wszystkich zwierząt lądowych żyli kiedyś w morzach, a ich potomkowie tę morską przeszłość noszą w sobie do dziś. W wodzie morskiej występują wszystkie potrzebne jony i pierwiastki, więc problemem był raczej ich nadmiar, niż deficyt. Organizmy mogły wybierać najbardziej odpowiednie substancje, nie martwiąc się przyszłością i tym, że może ich kiedyś zabraknąć.

Jednym z największych zagrożeń był obecny w wodzie (a potem i w atmosferze) tlen, który sinice wydalały beztrosko do otoczenia jako odpad. W rezultacie wszystkim — także samym sinicom — zaczęło zagrażać zatrucie tlenowe, więc pojawiło się zapotrzebowanie na skuteczne przeciwu-

tleniacze. Jednym z nich, jak pamiętamy, była witamina C, ale znacznie lepiej w tej roli wypadały jony jodu (jodkowe), mające niezwykłą skłonność do oddawania elektronów (na tym polega redukcja, czyli proces przeciwny utlenianiu). Jod jest w oceanach powszechnie dostępny, gdyż jego sole łatwo rozpuszczają się w wodzie, a woda nieustannie wypłukuje je z lądowych skał. I to właśnie stało się źródłem późniejszych problemów, które bardzo dotkliwie odczuł po milionach lat pewien szczególny gatunek — człowiek.

Czernobyl, czyli najuczciwszy barak w całym obozie

O znaczeniu jodu w funkcjonowaniu człowieka dowiedziałem się w dość nietypowy sposób. Był 26 kwietnia 1986 roku. Pracowałem wtedy — jak dziś — w Muzeum Ziemi PAN w Warszawie, a poprzedniego dnia zadzwonił konserwator przyrody nieożywionej w Morągu z informacją, że na polu znaleziono ogromny i nietypowo wyglądający głaz narzutowy, który należało zinwentaryzować i ocenić, czy warto objąć go ochroną (miejscowy rolnik chciał się go pozbyć). Wraz z moim przyjacielem, a wówczas i szefem Wiesławem Studenckim pojechaliśmy więc do Morąga. Pogoda była wspaniała i zapowiadał się piękny wiosenny wypad na Mazury. Cały dzień spędziliśmy na polu, oglądając ów głaz, który okazał się rzadkim w Polsce narzutniakiem zbudowanym ze skały wapiennej pełnej skamieniałości, głównie prostych muszli głowonogów (łodzików), jakie w Europie występują w skałach ordowickich na wyspie Olandii w Szwecji. Było to więc znalezisko wyjątkowe i uznaliśmy swoją całodniową wycieczkę w teren nie tylko za udaną, ale i bardzo owocną.

Wróciliśmy do hotelu późno, akurat w porze dziennika telewizyjnego, którego oglądanie należało wtedy do rytuału. Już pierwsza wiadomość była elektryzująca — w ukraińskim Czarnobylu nastąpiła „awaria”, a chmura radioaktywnych pyłów nadciąga nad północno-zachodnią Europę. W Polsce największe stężenie promieniowania zanotowano w pasie między Białymstokiem a Gołdapią, więc nasz Morąg znajdował się niejako w jej epicentrum. Choć to dziwne, nawet nie przyszło nam do głowy, by mogło nieść to dla nas jakieś konkretne zagrożenie — w końcu byliśmy tak daleko od miejsca katastrofy — za to z niezbyt stosowną w takiej sytuacji złośliwą satysfakcją zauważyliśmy, że „system się sypie”. I wróciliśmy do rozmowy o poważniejszych sprawach.

Z rana, a była to niedziela, wróciliśmy do Warszawy i tam czekała mnie niespodzianka. Zadzwonił mój znajomy, profesor Zbigniew Jaworowski, który został właśnie powołany do Komisji Rządowej ds. Skutków Katastrofy w Czarnobylu, i powiedział, bym natychmiast biegł do apteki i kupił płyn Lugola lub w ostateczności zwykłą jodynę i dał całej rodzinie do wypicia. Picie jodyny wydało mi się tak dziwacznym pomysłem — wiedziałem o niej tyle, że smaruje się nią skaleczenia i że zostawia trudno zmywalne żółtobrązowe plamy — że wypytałem o szczegóły i wtedy właśnie po raz pierwszy

usłyszałem o radioaktywnym jodzie–131, o tarczycy i o konieczności jej „zapchania” zwykłym jodem, zanim gruczoł ten wchłonie ów groźny izotop z czarnobylskiej chmury. Wtedy będzie już za późno, bo nic go już stamtąd nie usunie i będzie stanowił tykającą bombę zegarową, której „wybuch” oznacza dla organizmu wyrok — raka. A tego bałem się jak ognia.

Dalsza historia jest znana. Jeszcze tego samego dnia władze ogłosiły program podawania płynu Lugola wszystkim obywatelom kraju, szczególnie dzieciom i kobietom w ciąży i, o dziwo, zdołały ten program zrealizować. W ten sposób Polska stała się jedynym krajem w Europie, gdzie przeprowadzono podobną akcję na taką skalę, mimo ogólnych braków wszystkiego i mimo czarnobylskiej histerii, która zapanowała na całym kontynencie i doprowadziła między innymi do wybicia niemal całej populacji reniferów w Finlandii. Znacznie później dowiedziałem się — znów od profesora Jaworowskiego — że być może to powszechne podawanie „Lugola” nie było potrzebne, bo skutki czarnobylskiej katastrofy okazały się znacznie mniejsze od przewidywanych, a nasze obsesyjne lęki przed skażeniem radioaktywnym (i innymi „ekologicznymi katastrofami”, jak dziura ozonowa czy efekt cieplarniany) są często zupełnie irracjonalne i podsycane przez tych, którzy na tym zarabiają. Nie wiem do końca, jak jest naprawdę[11], ale wiem, że do dziś jestem Zbigniewowi Jaworskiemu wdzięczny za tę jodową przezorność i za upór, z jakim molestował partyjne władze, by na wszelki wypadek — mimo obaw przed reakcją wielkiego sojusznika — rozciągnęła ją na wszystkich. I wiem też, że ci, którzy mówią, że „komuna” była wszędzie taka sama, głęboko się mylą — gdy nasza zadbała o podawanie obywatelom płynu Lugola, tamta ze wschodu zorganizowała w Kijowie wielki pochód pierwszomajowy, by pokazać światu, że naród radziecki może swobodnie wdychać przesycone radioaktywnym jodem powietrze, bo przecież w nieodległym Czarnobylu zdarzyła się „tylko awaria”.

W obliczu ubóstwa jodu w glebie, skałach i pożywieniu oraz wobec faktu, że hormony tarczycy są kluczowymi substancjami regulującymi wiele procesów metabolicznych, tarczyca wciąż odczuwa głód tego pierwiastka i gdy tylko może, łapczywie go wychwytuje. „Awaria” czarnobylska była do tego niespodziewaną okazją, bo w procesie rozpadu uranu powstaje na krótko promieniotwórczy izotop jodu–131, co dla wszystkich tarczyc znajdujących się w zasięgu chmury radioaktywnych pyłów stanowiło sygnał do wytężonej pracy — następna taka okazja mogła się szybko nie powtórzyć. Tarczyca nie wie jednak, że taki (jak czarnobylski) jod nie pochodzi z oceanów i jest śmiertelnie niebezpieczny, gdyż jego intensywna promieniotwórczość (okres połowicznego rozpadu jodu–131 wynosi zaledwie osiem dni) może uszkadzać genotyp komórek i doprowadzić do ich rakowacenia. Jod z jodyny lub płynu Lugola miał więc odwrócić uwagę naszych tarczyc od tej niespodziewanej jodowej bonanzy.

Wróćmy jednak do kambryjskich mórz, gdzie wszystkie organizmy, również przodkowie kręgowców, wchłaniały jony jodu wprost z wody. Nie musiały wykształcać do tego specjalnych narządów, gdyż jod był wszędzie

i z łatwością wnikał w ich ciała. Wychwytywały go różne komórki, głównie te wyścielające jelita, do których morska woda dostawała się najwcześniej. Problem pojawił się dużo później, gdy część z tych pierwotnie morskich stworzeń przeniosła się na ląd, jako że na lądach jodu brakowało za sprawą tej samej właściwości, która czyniła go dostępnym w oceanach, czyli rozpuszczalności w wodzie. Pierwotnego jodu w skałach jest niewiele — to ciężki pierwiastek (najcięższy z niezbędnych dla życia)[12] i skoncentrował się głównie w głębszych warstwach litosfery, a to, co pozostało na powierzchni, wypłukiwane było przez miliony lat do oceanów. Tak więc zdobywanie jodu stało się dla organizmów lądowych ogromnym wyzwaniem, a ponieważ wykorzystywały go wcześniej, był im nadal potrzebny. W toku dalszej ewolucji komórki wychwytujące jod zaczęły się skupiać w przedniej części ciała i ich zgrupowanie wytworzyło zalążek przyszłej tarczycy — gruczołu wyspecjalizowanego w produkcji bogatych w jod hormonów[13], które układ krwionośny rozprowadza po całym organizmie.

Lądy zostały w końcu opanowane, a wszystkie żyjące na nich organizmy nauczyły się korzystać z tych nielicznych źródeł jodu, jakie te nowe środowiska oferowały. Nie było ich wiele, ale musiały wystarczać — i wystarczały. Wystarczały też naszym przodkom, zwłaszcza gdy pojawili się na ryftowej sawannie i na pewien czas opanowali środowisko, które w nie wyjątkowo jak na warunki lądowe obfitowało (ryfty z ich licznymi słonymi jeziorami to taka lądowa namiastka oceanów, jak pamiętamy). Problemy zaczęły się później, po opuszczeniu ryftu. Z początku szlaki wędrówki wiodły wzdłuż wybrzeży morskich, co bardzo ułatwiało aklimatyzację w nowym otoczeniu: morskie powietrze przesycone jest związkami jodu, a pochodzące z morza pożywienie z powodzeniem zastępowało bogatą sawannową dietę[14]. Z czasem jednak część kolonistów skierowała się ku północy i wkroczyła na obszary górskie lub stepowe, gdzie jodu było dramatycznie mało.

Co się dzieje, gdy tarczyca nie może zdobyć potrzebnej ilości jodu? W normalnych warunkach, gdy hormony tarczycy krążą w układzie krwionośnym, ich poziom kontroluje przysadka mózgowa, która produkuje inny hormon, zwany tyreotropiną (TSH od ang. *thyroid stimulating hormone* — hormon pobudzający tarczycę) regulujący pracę tarczycy. Gdy poziom hormonów tarczycy jest za niski, przysadka produkuje dodatkowy TSH, pobudzając w ten sposób tarczycę do działania. Kiedy, co zdarza się rzadziej, po-

ziom T3 i T4 we krwi rośnie ponad normę, przysadka zmniejsza produkcję TSH, co jest sygnałem dla tarczycy, by i ona obniżyła wydajność. Dzięki takiemu ujemnemu sprzężeniu zwrotnemu poziom hormonów tarczycy utrzymuje się w granicach tolerowanych przez organizm. Jednak przy chronicznym braku jodu w pożywieniu tarczyca jest stale pobudzana do działania, a przysadka ciągle rejestruje niski poziom T3 i T4 we krwi, zmuszając ten gruczoł do jeszcze większej aktywności. Rezultatem takiego błędnego koła jest powodujący charakterystyczne nabrzmienie rozrost tarczycy — wole, które w skrajnych przypadkach może osiągnąć wielkość głowy. Dziś zdarza się to już rzadko, ale jeszcze w niezbyt odległej przeszłości była to powszechna przypadłość ludzi zamieszkujących regiony górskie i oddalone od morza.

W latach 70. ubiegłego wieku w jednej z ostatnich himalajskich dolin, dokąd nie dotarły jeszcze hordy turystów i hipisów, a wraz nimi zachodnie jedzenie i zachodni styl życia, badania nad skutkami niedoborów jodu prowadził wśród Szerpów z Nepalu Peter Gluckman. Szerpowie, lud pochodzący z Tybetu, kilkaset lat temu przekroczyli grzbiet Himalajów i osiedli na ich południowych zboczach. Praktycznie każda ekspedycja na Czomolungmę i inne ośmiotysięczniki korzysta z ich pomocy jako tragarzy, bo niemal wszyscy inni ludzie, jeśli nie przeszli okresu aklimatyzacji, już na wysokości 3500 m n.p.m. zaczynają cierpieć z powodu niedotlenienia. Szerpowie nie mają tych problemów i świetnie radzą sobie w takich warunkach nawet z ładunkiem rzędu trzydziestu kilogramów.

Jeśli Szerpowie nie potrzebują aklimatyzacji, to dlatego że w przeszłości zrobił to już za nich dobór naturalny. Od pokoleń przeżywali, a w każdym razie pozostawiali po sobie więcej potomstwa (i genów), ci, którzy wysoko w górach mogli dłużej od innych zachować pełną sprawność. Osobnicy, którzy w razie zagrożenia mogli zrobić choćby jeden krok więcej — taki krok mógł decydować o życiu lub śmierci. Proces aklimatyzacji, zarówno biologicznej (u himalaistów), jak i ewolucyjnej (u Szerpów) polega na dostrojeniu wielu mechanizmów metabolicznych do ubóstwa tlenu w atmosferze. Jeden z nich ma kluczowe znaczenie — musi wzrosnąć liczba erytrocytów, czyli czerwonych ciałek krwi, transportujących tlen do wszystkich tkanek i narządów ciała. Tlenu w rozrzedzonym powietrzu jest mało, a więcej erytrocytów to więcej tlenu w komórkach. Erytrocyty szybko się mnożą, więc proces aklimatyzacji nie trwa zwykle zbyt długo, ale siła Szerpów po-

lega na tym, że w ogóle nie muszą na nią czekać, gdyż efekty takiej ewolucyjnej aklimatyzacji zapisały się w ich genach (problemy pojawiają się dopiero wówczas, gdy muszą zejść zbyt nisko)[15]. W rezultacie współcześni Szerpowie są — obok andyjskich Indian — najlepiej przystosowanym do warunków wysokogórskich ludem na świecie[16].

Peter Gluckman jest jednym z dwóch autorów opublikowanej niedawno książki *Mismatch* [*Niedostosowanie*]. Zgodnie z tytułem książka poświęcona jest niedostosowaniu człowieka do warunków, w jakich przyszło mu żyć[17]. Rozpoczyna ją dłuższy wywód poświęcony Szerpom, którzy, mimo wszystkich wspaniałych adaptacji, posłużyli autorom jako dobitny przykład naszego niedostosowania. Dlaczego? Powodem jest oczywiście jod, a raczej jego brak, a do braku jodu nie da się tak łatwo „zaaklimatyzować" jak do niedostatku tlenu, bo żadne proste metody typu zwiększenia liczby komórek nie wystarczają, by temu zaradzić. Gdy Gluckman przybył w latach 70. do osad Szerpów w dolinie Dudh Khosi, zaobserwował zadziwiające zjawisko — ponad 90 procent mieszkańców cierpiało na ostrą niedoczynność tarczycy przejawiającą się w postaci wydatnego, zniekształcającego szyję wola. Defekty urody to jedno, ważniejsze, że problemy z tarczycą rzutują na większość funkcji organizmu, i to na wszystkich etapach jego rozwoju, od życia płodowego począwszy. Choć główną funkcją hormonów tarczycy jest regulacja poziomu wapnia we krwi, to wpływają one tak bardzo na cały metabolizm, że autorzy przyrównali tarczycę do pedału gazu w samochodzie — gdy wciśniemy gaz zbyt mocno (za wiele hormonów we krwi), przemiana materii przyspiesza, gdy jest ich za mało, metabolizm hamuje, co przejawia się spowolnieniem ruchów, osłabionym refleksem i podwyższonym poziomem tłuszczu we krwi. W skrajnych przypadkach prowadzi to także do karłowatości i niedorozwoju umysłowego, przyjmującego postać kretynizmu[18]. Karłowate ciała i małe mózgi to tandem, który pozwalał od razu odróżnić tych nieszczęśników (zwanych w języku Szerpów *kuru*) od reszty populacji. Ich odsetek był zawsze tak wysoki (średnio 15 procent), że w obrębie lokalnych społeczności tworzyli oni odrębną grupę, wręcz kastę, i wykonywali przypisane im tradycyjne zajęcia — byli nosiwodami, co zresztą wśród mieszkańców gór było zajęciem cenionym, odpowiedzialnym i trudnym.

Wioskowy głupek, czyli o skutkach deficytu jodu

Szerpowie to zapewne skrajny, choć bynajmniej nie wyjątkowy przykład populacji, która, rzucona stosunkowo niedawno w środowisko, do jakiego ludzie nie są biologicznie przystosowani, ponosiła konsekwencje owego *mismatch* — niedostosowania. Gdy chodzi o brak jodu, wszystkie właściwie lądowe habitaty poza wybrzeżami morskimi stwarzały tego typu zagrożenie i wszędzie skutki tego stanu rzeczy były podobne. Tak było (a gdzieniegdzie jest nadal) w Europie, na ogromnych obszarach Syberii i Azji Środkowej, wśród amerykańskich Indian i na niezliczonych wyspach oceanu światowego (o ile ich mieszkańcy nie korzystają z darów morza)[19] i właściwie wszędzie, gdzie dieta była monotonna i uboga, a często, zwłaszcza na przednówku, ludzie głodowali. We Francji przez stulecia funkcjonowało pojęcie *crétins des Alpes*, bo to właśnie w ubogich alpejskich wioskach spotykano najczęściej takich, zwykle karłowatych, niedorozwiniętych umysłowo i nieraz też głuchoniemych osobników, funkcjonujących na marginesie lokalnych społeczności, choć tolerowanych i nierzadko użytecznych. W Rosji takich „wioskowych głupków" nazywano *jurodiwymi* i stanowili oni niemal trwały element wiejskiego krajobrazu[20]. Podobnie było też w Polsce, zwłaszcza na biedniejszych i zapóźnionych obszarach Mazowsza, Podlasia czy Pogórza, gdzie zwano ich popularnie „głupimi Jasiami". Niekiedy odsetek dotkniętych tymi przypadłościami ludzi dochodził do *połowy* całej populacji. Część naukowców uważa nawet, że wyraźne w testach różnice IQ (rzędu 10–15 punktów) między niektórymi grupami etnicznymi mogą po części przynajmniej odzwierciedlać ten właśnie rodzaj różnych jodowych niedoborów, silnie zależnych od lokalnej geologii, ogólnej zamożności i wreszcie od odległości od morza (a przynajmniej dostępności jego produktów).

I wszystko to nagle uległo odwróceniu — właściwie w ciągu jednego pokolenia. Gdy Gluckman zidentyfikował powód owej dziwnej epidemii chorób tarczycy wśród Szerpów, zaczął im podawać jod w postaci suplementów i nowe przypadki wola (oraz kretynizmu) przestały się pojawiać. Koszt takiej kuracji był znikomy, a efekty — spektakularne. Od tamtych czasów jodowanie pożywienia (głównie soli, czasem też mąki) stało się powszechną praktyką w wielu krajach, choć wciąż jeszcze nie wszystkich.

Coraz mniej słońca, coraz więcej problemów

Wędrówka na północ, na tereny coraz bardziej oddalone od wybrzeży i często wyżej położone, wiązała się z różnymi dotkliwymi deficytami, nie tylko jodu i innych substancji, ale gdzieniegdzie też i światła słonecznego. Wkraczaliśmy w coraz mniej przyjazne (dla hominidów) środowiska, niczym ba-

nici wypędzani do coraz bardziej obcych krajów. To musiało wywoływać problemy.

O jodzie już wiemy. Teraz warto zastanowić się nad słońcem. Słońce jest podstawą życia na Ziemi, bo dzięki jego promieniom powstaje ponad 99 procent biomasy (pozostały ułamek procenta zawdzięcza istnienie ryftom oceanicznym i innym równie egzotycznym źródłom energii)[21]. Energia słoneczna zmieniana jest na materię organiczną w procesie fotosyntezy, przeprowadzanej przez rośliny dzięki chloroplastom, symbiotycznym organellom, które są w istocie potomkami żyjących niegdyś samodzielnie fotosyntetyzujących bakterii zwanych sinicami. Rośliny są więc „samożywne", bo same produkują żywność, zwierzęta — „cudzożywne", bo korzystają z cudzej (roślinnej) pracy, zjadając producentów, zamiast samemu zająć się produkcją. W tym sensie wszystkie zwierzęta są drapieżnikami, bo wszystkie, by żyć, muszą pożerać inne żywe stworzenia[22].

Tyle mówi szkolna wiedza, ale, jak to zwykle bywa w przypadku uproszczeń, nie jest ona pełna. Na przykład — i tak wracamy do głównego nurtu tych rozważań — nie mówi ona, że i znacząca większość zwierząt potrafi samodzielnie fotosyntezować i człowiek nie jest tu wyjątkiem. Więcej nawet — człowiek jest pod tym względem prawdziwym rekordzistą.

Fotosynteza to, dosłownie, produkcja (synteza) związków chemicznych, dla której źródłem energii są promienie świetlne (fotony), a nie np. ciepło palnika bunsenowskiego czy łuku elektrycznego, jak w laboratorium chemicznym. Wykorzystanie światła do napędzania procesów życiowych było trudnym nabytkiem. To rewolucyjne wydarzenie otworzyło przed ziemskim życiem niewyczerpane i darmowe źródło energii (dziś próbujemy w pewnym sensie powtórzyć ten wynalazek, budując baterie słoneczne), ale nie ograniczyło się tylko do sinic i do tego jednego, tak doniosłego wynalazku. Z czasem na zupełnie inny pomysł wykorzystania promieni słonecznych wpadły zwierzęta i zaczęły prowadzić własną fotosyntezę. Człowiek zaszedł na tej drodze najdalej i on też na własnej skórze odczuł (dosłownie) przykre tego skutki, gdy słońca zaczęło być za mało. Oto, jak do tego doszło.

Jednym z kluczowych dla prawidłowego funkcjonowania organizmu pierwiastków jest wapń, powszechnie dostępny w większości środowisk lądowych (zwłaszcza gdy podłoże zbudowane jest ze skał wapiennych). Wapń jest szczególnie istotny dla kręgowców, gdyż buduje ich kości

i zęby[23], ale pełni też inne ważne funkcje życiowe, np. uczestniczy w procesach krzepnięcia krwi, w skurczach mięśni (w tym, co szczególnie ważne, mięśnia sercowego), w aktywności układu odpornościowego oraz w procesach regeneracji tkanek i proliferacji komórek, co ma znaczenie przy powstawaniu nowotworów. Można śmiało powiedzieć, że jony wapnia uczestniczą we wszystkich ważnych procesach życiowych i to od narodzin aż do śmierci człowieka[24].

Podobnie jak w przypadku wszystkich życiodajnych składników organizmu, poziom wapnia musi być ściśle kontrolowany, gdyż zarówno jego niedobór, jak i nadmiar mogą prowadzić do poważnych zaburzeń i ogólnego zatrucia organizmu[25]. Do regulacji bilansu wapniowego zwierzęta używają między innymi hormonu zwanego kalcitriolem. To aktywna postać popularnej witaminy D, która jest prohormonem, czyli czymś w rodzaju uśpionego hormonu, który, by zaczął działać, musi zostać „przebudzony”[26].

Witamina D produkowana jest powszechnie w całym świecie ożywionym i wszystko wskazuje, że zawsze potrzebne są do tego promienie UV. Nie wszystkie organizmy same ją wytwarzają, a te, które tego nie robią, żywią się jej producentami. Na przykład ryby morskie, które wśród wszystkich zjadanych przez człowieka produktów zawierają najwięcej witaminy D, same jej nie wytwarzają, gdyż żyją często poniżej strefy fotycznej, czyli tam, dokąd nie docierają już promienie słoneczne. Czerpią ją za to z fitoplanktonu żyjącego tuż pod powierzchnią i produkującego ją na ogromna skalę. Zwierzęta lądowe nie jedzą jednak ryb morskich i muszą radzić sobie inaczej. Ogromna większość z nich produkuje witaminę D samodzielnie — na przykład wśród ssaków tylko żyjące w wiecznych ciemnościach podziemnych tuneli golce i niektóre żerujące wyłącznie nocą nietoperze muszą w całości polegać na źródłach zewnętrznych.

Energia potrzebna do produkcji witaminy D pochodzi z promieni słonecznych, ale nie z zakresu widzialnej części widma, tylko z krótszych i nieodbieranych przez nasze oczy promieni ultrafioletowych (UV). Jest to więc zwierzęcy odpowiednik roślinnej fotosyntezy, choć oczywiście produkty finalne w obu przypadkach są inne, w pierwszym to witamina D, w drugim — węglowodany. Fotosynteza nakłada na stosujące ten rodzaj reakcji chemicznych organizmy pewne wymogi, z których najważniejszy to konieczność wystawiania ciała (lub jego części) na bezpośrednie działanie promieni słonecznych. To dlatego liście są zwykle płaskie i kierują po-

wierzchnię ku słońcu. Tyle że o ile rośliny mogą to robić w miarę bezpiecznie, bo promienie widzialne są nieszkodliwe dla komórek, to używane do syntezy witaminy D promienie UV niosą bardzo dużo energii i przez to mogą uszkadzać wrażliwe cząsteczki DNA, a każda zmiana w DNA, czyli mutacja, może potencjalnie mieć katastrofalne następstwa. Dlatego organizmy lądowe potrzebują ochrony przed szkodliwym promieniowaniem. Wszystkich nas chroni powstała w odległej przeszłości Ziemi warstwa ozonowa, która ostatecznie uformowała się pod koniec prekambru i dopiero jej istnienie stworzyło warunki do kolonizacji lądów. Ozon nie wychwytuje jednak całego promieniowania, a jedynie jego znaczącą część, przed resztą każdy organizm musi się bronić „na własną rękę". Metody osiągania tego celu są różne, od odblaskowych okryw pancerzy chrząszczy, przez rozmaite wydzieliny lub włoski na powierzchniach liści czy na nagiej skórze gąsienic, po odpowiednie zachowanie, na przykład usuwanie się w cień, gdy nasłonecznienie jest zbyt intensywne. Czasem wymagania stawiane organizmom są sprzeczne, bo niektóre organy (np. liście) muszą wystawiać jak największe powierzchnie w kierunku słońca, a inne po prostu potrzebują światła (np. oczy), zarazem jednak trzeba maksymalnie ograniczać dostęp szkodliwych promieni UV, których fotony przybywają w tym samym „pakiecie" co i fotony światła widzialnego.

Wróćmy jednak do zwierząt i człowieka. Witamina D musi powstawać na powierzchni ciała, bo tylko ona wystawiona jest na bezpośrednie działanie promieniowania, dlatego skóra jest jedynym narządem wytwarzającym tę substancję. Rodzi to kolejny paradoks, bo skórę trzeba chronić nie tylko przed wpływem promieni UV, ale i przed drapieżnikami, dla których miękka i naga powłoka ciała jest bezpośrednią zachętą do ataku. Muszle mięczaków, pancerze żółwi, płyty kostne krokodyli, upierzenie ptaków i futro ssaków powstały między innymi właśnie po to, by niepotrzebnie ciał nie odsłaniać[27]. W toku ewolucji zwierzęta rozwiązywały ten konflikt w różny sposób, np. odsłaniając skórę (dla produkcji witaminy D), ale zarazem zaopatrując ją w substancje trujące lub cuchnące (w celu obrony przed drapieżnikami), lub wystawiając miękkie ciała tylko na krótki czas i skrywając je pod pancerzem w razie groźby ataku. Tak postępują np. zaopatrzone w muszle mięczaki. Ptaki i ssaki, których okrywy ciała pełnią funkcje termoregulacyjne, stosują jeszcze inne, oryginalne rozwiązanie: umieszczają na futrze lub piórach specjalną oleistą substancję, z której po naświetleniu

powstaje witamina D, a następnie zlizują ją i w ten sposób dostarczają organizmowi potrzebny im składnik.

Ludzie jednak po raz kolejny poszli własną, nieprzetartą przez inne zwierzęta drogą. Pozbycie się futra przed trzema milionami lat i wyjście z cienia oznaczało, że cała skóra naszych sawannowych przodków stała się rodzajem ogromnego i rozproszonego gruczołu do produkcji witaminy D. Odtąd człowiek stał się w wyjątkowym stopniu uzależniony od dostępności promieni słonecznych, których aktywnie poszukiwał, zamiast się przed nimi chować. Ten mechanizm ludzkiej fotosyntezy jest nadzwyczaj wydajny — jak wskazują wyliczenia, centymetr kwadratowy skóry (białego) człowieka wystawiony przez trzy godziny na intensywne promieniowanie słoneczne produkuje 18 IU (*International Units*, czyli jednostek międzynarodowych) witaminy D, co oznacza, że cała powierzchnia skóry (to prawie dwa metry kwadratowe) naświetlana przez sześć godzin słońcem równikowym wytwarza astronomiczną ilość 800 tysięcy IU tej substancji[28]. To dawka wielokrotnie przekraczająca poziom szkodliwy dla organizmu, a do zatrucia nie dochodzi tylko dlatego, że po przekroczeniu wartości granicznej nadmiar witaminy D ulega degradacji równie szybko, jak powstaje.

Naga małpa stała się więc „małpą solarną” i to w stopniu w świecie zwierząt niespotykanym. Z dwoma głównymi zagrożeniami — ze strony drapieżników i mutagennych właściwości promieni UV — jakie się w tej sytuacji pojawiły, poradziliśmy sobie w oryginalny sposób. Przed drapieżnikami zaczęliśmy się bronić, żyjąc w zintegrowanych i solidarnych społecznościach oraz wytwarzając broń i narzędzia (w tym „oswajając” ogień), przed słońcem zaś, stosując naturalny filtr UV — melaninę, specjalny barwnik zatrzymujący większość szkodliwego promieniowania. Dlatego skóra ludzi żyjących od niezliczonych pokoleń w warunkach silnego nasłonecznienia jest zwykle czarna, a tam, gdzie nasłonecznienie jest intensywne tylko okresowo, na słońcu szybko ciemnieje („opala się”), co daje podobny efekt. Analogia do ewolucyjnej i biologicznej aklimatyzacji do warunków niedoboru tlenu jest uderzająca. (Swoją drogą ta nasza zdolność do szybkiej zmiany koloru skóry pod wpływem słońca jest kolejną osobliwością wyróżniającą człowieka spośród wszystkich ssaków i innych kręgowców lądowych).

Tak było przez większą część naszej historii, gdy żyliśmy przywiązani do naszej afrykańskiej kolebki, a nawet i później, kiedy wędrowaliśmy wzdłuż

wybrzeży południowej Azji. Ale około pięćdziesięciu tysięcy lat temu część ludzkich populacji wyruszyła z równin nadmorskich na północ, a oddalając się coraz od bardziej od wybrzeży, musiała stawić czoło trzem narastającym problemom: coraz słabszemu nasłonecznieniu (zwłaszcza w okresach od jesieni do wczesnej wiosny), coraz mniejszej zawartości witaminy D w pożywieniu (gdy przestały być dostępne jej źródła w postaci ryb i owoców morza) i nadmiarowi melaniny, która odbierała skórze i te niewielkie ilości światła, jakie do niej docierały. Najprostszą odpowiedzią było pojaśnienie skóry. W efekcie dziś wszystkie ludy żyjące na północ od Zwrotnika Raka mają skórę jaśniejszą od tych, które pozostały w tropikach. Panuje — mimo pewnych kontrowersji — dość powszechna zgoda, że jest to ewolucyjna adaptacja do słabszego nasłonecznienia, zwłaszcza że kolejne fale prących coraz bardziej na północ ludów wykazują tę cechę w coraz większym stopniu (aż po rudych i piegowatych mieszkańców Skandynawii i Szkocji). Dopiero żyjący na dalekiej północy Eskimosi (Inuici)[29] i inne zasiedlające podobne środowiska ludy (jak Nieńcy, Chantowie, Samojedzi i Jakuci) odwróciły niejako ten trend, przyciemniając z powrotem skórę, co wygląda na przedziwny paradoks, dopóki nie uzmysłowimy sobie, że ich dieta — na tych terenach niemal pozbawionych roślinności i przez wiele miesięcy w roku pogrążonych w ciemnościach — prawie w całości składa się z morskich ryb i ssaków, które stanowią najbogatsze źródło witaminy D na świecie…

Co się dzieje, gdy produkcja witaminy D nie pokrywa zapotrzebowania organizmu, a pożywienie nie dostarcza wystarczających jej ilości w gotowej postaci? Lista przykrych następstw takiego stanu rzeczy jest długa i ponura. Przede wszystkim komórki produkujące kości (osteocyty) nie otrzymują dość wapnia, przez co kości robią się cieńsze, zdeformowane i podatne na złamania. Rozwija się krzywica, straszliwa choroba atakująca głównie małe dzieci do drugiego, trzeciego roku życia. To schorzenie nie tylko zniekształca ciała, ale też osłabia układ odpornościowy. Jego ofiary pozostają słabowite (słowo „rachityczne” pochodzi od greckiego *rachitis* oznaczającego krzywicę), podatne na choroby zakaźne i zwykle czeka je przedwczesna śmierć. Nawet jeśli uniknie się krzywicy w dzieciństwie, gdy słońca i/lub odpowiednich składników diety jest w tym pierwszym okresie życia pod dostatkiem, podobna choroba może dopaść człowieka w wieku dorosłym (nazywa się wówczas osteomalacją), choć dla w pełni uformowanego ciała nie jest już tak groźna. Osteoporoza — choroba wieku starczego[30] — rów-

nież wynika z niedoborów witaminy D i też charakteryzuje się osłabieniem kości i ich degeneracją.

W czasach górnego paleolitu, czyli od mniej więcej pięćdziesięciu do dziesięciu tysięcy lat temu, przypadki krzywicy były jeszcze skrajnie rzadkie, gdyż ludzie przebywali stale na świeżym powietrzu i odżywiali się w sposób zróżnicowany, z dużą domieszką mięsa w diecie. Pochodzące z tego okresu szkielety tylko sporadycznie wykazują ślady krzywicznych zniekształceń. Ale wraz z rewolucją neolityczną, która zaczęła się ok. dziesięciu tysięcy lat temu, nadeszły istotne zmiany, co wiązało się z trzema czynnikami: narodzinami rolnictwa, co doprowadziło do zubożenia diety, budową stałych osiedli oraz ze wzrostem zachmurzenia w związku z ustąpieniem lądolodów, czego z kolei konsekwencją było zwiększenie ilości pary wodnej w atmosferze. Wszystko to ograniczyło i tak już zmniejszoną ekspozycję ciała na promienie słoneczne, a zwiększyło monotonność diety związaną z rolniczymi monokulturami (główny składnik pożywienia w rolniczych monokulturach to skrobia) — dla dzieci, zwłaszcza w miastach, nastały ciężkie czasy.

Później, gdy powstała już cywilizacja nowożytna, w miastach, zwłaszcza na północy, ludzie chodzili szczelnie ubrani (a ubranie jest wystarczającym filtrem, niedopuszczającym promieni UV do skóry), przebywali długie godziny, a często całe dnie w zamkniętych pomieszczeniach, odżywiali się — zwłaszcza ubodzy — skrajnie monotonnie, a mięso było wielką rzadkością. Ograniczyło to możliwość pobierania dodatkowych ilości witaminy D z pokarmem, redukując jeszcze bardziej jej dostępność i tak już zmniejszoną z racji słabszego nasłonecznienia. Zjawiska te nasiliły się z początkiem kolejnej rewolucji, tym razem przemysłowej, która zaczęła się niecałe trzysta lat temu w Anglii i do wcześniej istniejących czynników ograniczających dostęp do światła słonecznego dodała kolejny w postaci wszechobecnego smogu. Jak pisze Roberto Frisancho w książce *Human Adaptation and Accommodation* [*Adaptacja i dostosowanie człowieka*]:

> Od XVII do XIX wieku wiele dzieci żyjących w większych miastach w Polsce, Anglii i Stanach Zjednoczonych zapadało na krzywicę, podczas gdy dzieci z rolniczych obszarów tych krajów były wolne od tej choroby. Podobnie w Chinach, Indiach i Japonii mimo powszechnego niedożywienia dzieci i ogólnego ubóstwa krzywica była zupełną rzadkością, podczas gdy w tym samym czasie w klasach średnich Londynu

czy Manchesteru, gdzie dzieci otrzymywały względnie obfite posiłki, stała się prawdziwą plagą[31].

Ujmując to w ewolucyjny sposób: zajmowaliśmy istniejące nisze, a potem sami stwarzaliśmy nowe, do których nasza biologia i nasze przystosowania coraz mniej pasowały. Tylko że nic wtedy o naszych ewolucyjnych uwarunkowaniach nie wiedzieliśmy[32].

Nie domyślaliśmy się też, że równie groźna może być sytuacja odwrotna — gdy słońca jest za dużo. A tak się działo, kiedy koloniści z zachmurzonej i chłodnej Anglii zaczęli osiedlać się w gorących i bezchmurnych regionach w pobliżu równika. Owszem, krzywica ustąpiła i przestała trapić dzieci, ale pojawiło się nowe, straszne zagrożenie — melanoma (czerniak), czyli złośliwy rak skóry. Przybywając do Australii, Afryki czy na południe dzisiejszych Stanów Zjednoczonych, koloniści nie tylko dotarli na obszary o stopniu nasłonecznienia, którego ich przodkowie nie zaznali od dobrych trzydziestu tysięcy lat, ale też, co zrozumiałe przy panujących tam upałach, zaczęli coraz bardziej odsłaniać ciała, a potem, wraz z rozluźnieniem rygoryzmu obyczajowego, ruszyli jeszcze na ciepłe plaże, by w kusych strojach (a czasem bez nich) zażywać „kąpieli słonecznych”. Wtedy masowo na ich odsłoniętych ciałach pojawiały się ciemne znamiona, zwiastujące straszną, choć z początku nierozpoznaną przypadłość.

Czerniak jest chorobą podstępną, gdyż zaczyna się niewinnie i zwłaszcza dla osób nieświadomych, że przebywanie na słońcu może mieć groźne konsekwencje, przychodzi zupełnie niepostrzeżenie, a prowadzi do bardzo poważnych następstw; nieleczony, niemal zawsze prowadzi do śmierci. Człowiek, jak pamiętamy, jest z natury ciepłolubny i „słońcolubny”, więc zwłaszcza dla mieszkańców pochmurnych zwykle Wysp Brytyjskich taka nagła możliwość odsłaniania ciał i wygrzewania się w palących promieniach słonecznych była spełnieniem głęboko zakorzenionych biologicznych marzeń. W dodatku wiadomo już było wówczas, że plaga krzywicy w Europie miała związek z niedoborem światła słonecznego i w koloniach choroba ta ustępowała, co tym bardziej przekonywało do dobrodziejstw opalania się. W dodatku przyczyny powstawania nowotworów długo były owiane tajemnicą i nie dostrzegano nawet — oczywistego dziś — związku wdychania dymu papierosowego z również wzmagającą się w tym czasie plagą raka płuc. Dostrzeżenie takiego związku akurat z życiodajnymi promieniami sło-

necznymi było zrazu po prostu niemożliwe i dopiero analizy statystyczne zachorowań na melanomę pozwoliły powoli dotrzeć do zupełnie nieoczekiwanej prawdy. Badania epidemiologiczne ujawniły zaś kilka istotnych, choć zaskakujących, faktów:

1) czarnoskórzy zapadają na czerniaka znacznie rzadziej niż biali, co widać szczególnie wyraźnie w takich krajach jak USA, gdzie obie populacje są napływowe, więc nie mogą być w naturalny sposób przystosowane do lokalnych warunków;

2) pojawiający się czasem wśród czarnoskórych albinosi, a więc ludzie pozbawieni zdolności do produkowania melaniny w skórze, zapadają na czerniaka znacząco częściej niż ci, którzy w ten naturalny filtr przeciw promieniom UV są wyposażeni; wśród białych mieszkańców USA stopień zapadalności na czerniaka wykazuje wyraźny gradient dokładnie odzwierciedlający stopień nasłonecznienia: najwięcej przypadków choroby odnotowuje się na Florydzie, najmniej przy granicy z Kanadą, a na Alasce choroba ta jest praktycznie nieznana (w Australii obserwuje się analogiczną zależność, tyle że — z racji położenia na antypodach — przebiegającą w odwrotnym kierunku, częstość zachorowań spada z północy na południe);

3) dokładnie przeciwnie niż w przypadku krzywicy, ludzie z racji wykonywanej pracy przebywający znaczną część dnia poza domem częściej zapadają na raka skóry niż ci, którzy pracują w pomieszczeniach zamkniętych[33].

Obie te ciężkie przypadłości — krzywica i rak skóry — to wynik niedopasowania ludzkich przystosowań do nowych i biologicznie jeszcze „nieoswojonych” warunków, w jakich przyszło i przychodzi nam żyć. Dobór naturalny z czasem pewnie by sobie z tym poradził, ale ten czas musiałby być liczony w dziesiątkach tysięcy, jeśli nie milionach lat, i okupiony życiem tych „odsiewanych” z racji gorszego dostosowania. W końcu potomkowie czarnych niewolników, nawet żyjący na północy Stanów Zjednoczonych, wciąż wyglądają tak samo jak ich afrykańscy przodkowie i to mimo niemal powszechnej domieszki „białych” genów. Podobnie potomkowie białych w Afryce czy Australii wciąż są tak samo biali, jak ich europejscy antenaci.

Najwyraźniej dwieście, a nawet i pięćset lat to za mało, by dobór naturalny dokonał zasadniczych zmian. I trudno się spodziewać, że dokona ich w przyszłości, bo od czasu, gdy dowiedzieliśmy się, jakie są fizjologiczne

i ewolucyjne korzenie tych schorzeń, nie musimy się już zdawać na jego powolne i pozbawione planu działanie. We wszystkich przypadkach, deficytu witaminy C, jodu czy słonecznego światła nasze niedopasowanie można skorygować w sposób prosty, skuteczny i tani — brak witaminy D wyrównać łyżką tranu, niedostatek jodu — jodowaniem soli, a nadmiar promieni UV — kremami z filtrem lub po prostu unikaniem go w godzinach najsilniejszej operacji słonecznej.

Tran, czyli zdrowie — i niesmak — w płynie

Tran to ciekły tłuszcz pozyskiwany z wątroby dorsza atlantyckiego, lub — w szerszym ujęciu — z dowolnych gatunków ryb, a nawet ssaków morskich. Podawano go powszechnie dzieciom w Europie i USA od lat 50. aż do lat 70. XX wieku (sam do dziś nie mogę zapomnieć jego paskudnego smaku i zapachu, który zabijało się czarnym chlebem z solą) i okazał się nadzwyczaj skuteczny w walce z krzywicą, chorobą, która w krajach rozwiniętych po wojnie niemal zupełnie zniknęła. Poza wysoką zawartością witaminy D — dla której był podawany — tran jest też bogatym źródłem równie korzystnych dla zdrowia kwasów tłuszczowych omega–3, witaminy A i innych składników. Dziś dostępny jest w postaci kapsułek, co pozwala go przyjmować bez dokonywania gwałtu na naszych kubkach smakowych, którego kiedyś wraz w większością rówieśników byłem bezwolną ofiarą.

Za każdym razem przyczyną konkretnych nieszczęść były konkretne środowiskowe braki (lub, jak w przypadku słońca, nadmiar), ale by ich uniknąć, nie trzeba było tego środowiska zmieniać, a jedynie zrozumieć, w czym tkwi problem. W ten właśnie sposób nauka staje się jednym z najważniejszych czynników kształtujących parametry nowej niszy ekologicznej, którą sami dla siebie stwarzamy i w której działanie doboru naturalnego zostaje skrajnie ograniczone.

O tym, jak tworzenie tej nowej niszy wyglądało, co je zapoczątkowało i co to oznacza w kontekście wyjątkowości naszego gatunku, przyjdzie nam teraz, pod koniec książki, opowiedzieć nieco szerzej.

[1] Ten rozdział w dużym stopniu opiera się na moim tekście opublikowanym w „Wiedzy i Życiu” 1, 2008.

[2] Richard Conniff, *The natural history of art. Beauty is not just in the eye of the beholder. It's embedded in our genes*, „Discover”, listopad 1999. Szerzej Conniff omawia ten temat w książce *Historia naturalna bogaczy* (CiS, Warszawa 2005).

[3] Literatura przedmiotu jest bogata, dobre podsumowanie stanowi też hasło „Aquatic Ape Hypothesis” w anglojęzycznej Wikipedii. Sama twórczyni tej koncepcji, Elaine Morgan, napisała kilka książek, z których najgłośniejsza, *Blizny po ewolucji* (Wydawnictwo Anadiomene, Warszawa 2010), ukazała się też po polsku.

[4] Zob. np.: Stephen Oppenheimer, *Beachcombing Lifestyle*, www.bradshawfoundation.com/journey/beach2.html.

[5] Historię tych badań opisuje Rob Dunn w wydanej niedawno książce *The Wild Life of Our Bodies. Predators, Parasites, and Partners, that shape who we are today*, Harper, 2012.

[6] Inne wyjątki to nietoperze i niektóre gryzonie z południowej Ameryki, w tym świnki morskie i kapibary.

[7] Do tego podrzędu zalicza się wszystkie małpy właściwe oraz wyraki.

[8] Szacunki te są z konieczności bardzo niedokładne — w czasie działań wojennych nie prowadzono statystyk zgonów i ustalenie, ilu ludzi zginęło w walce, ilu w wyniku dyzenterii i zatruć pokarmowych albo szerzących się w oddziałach chorób epidemicznych, a ilu zmarło na szkorbut, nie jest możliwe.

[9] Zob. np.: Stephen R. Brown, *Scurvy. How a Surgeon, a Mariner, and a Gentleman Solved the Greatest Medical Mystery of the Age of Sail,* St. Martin's Griffin, 2005.

[10] Choć ta ich mutacja jest niezależna od naszej i znacznie młodsza — liczy sobie dwadzieścia milionów lat.

[11] Pod wpływem rozmów z prof. Jaworowskim napisałem kiedyś tekst o dziurze ozonowej pod wiele mówiącym tytułem *O jedno nieszczęście mniej*.

[12] Tylko niektóre bakterie wykorzystują jeszcze cięższy — wolfram (tungsten), ale to się nigdy nie upowszechniło. Na szczęście zresztą, bo mielibyśmy dziś jeszcze większe problemy: tungsten jest na lądach jeszcze trudniej dostępny.

[13] Zwanych T3, czyli trójjodotyroniną, i T4 — tyroksyną; cyfry 3 i 4 oznaczają liczbę jonów jodu w cząsteczce hormonu.

[14] Dobrze pokazuje to porównanie zawartości jodu w rybach morskich i słodkowodnych. Na przykład mięso śledzi zawiera go 520 mikrogramów (milionowych części grama) na kilogram, a mięso słodkowodnych łososi — tylko 20.

[15] Nawiasem mówiąc taka wrodzona aklimatyzacja to jedna z tajemnych broni Tybetańczyków — to dzięki niej nie zostali jeszcze całkowicie zdominowani przez Chińczyków

z nizin, którzy w rozrzedzonym powietrzu Lhasy, położonej ponad 4000 m. n.p.m., nie mogą swobodnie egzystować.

16 Nawet lepiej od andyjskich Indian żyjących na podobnej wysokości. To słabsze dopasowanie Indian do warunków panujących w Andach można tłumaczyć krótszym czasem, jaki dobór naturalny miał do dyspozycji w przypadku mieszkańców Nowego niż Starego Świata.

17 P. Gluckman, M. Hanson, *Mismatch: The Lifestyle Diseases Timebomb*, Oxford University Press, 2008.

18 Kretynizm (lub matołectwo) to dawna nazwa, obecnie używana już tylko w języku potocznym. Oficjalnie to schorzenie zwane jest dziś „wrodzony zespół niedoboru jodu". Por. np.: S. Venturi, F. M. Donati, A. Venturi, M. Venturi, *Environmental iodine deficiency: a challenge to the evolution of terrestrial life?*, „Thyroid", (8), 10 sierpnia 2000, s. 727–729.

19 Zdaniem niektórych naukowców karłowaty hobbit z wyspy Flores jest również przykładem takiego niedorozwiniętego fizycznie i umysłowo „kretyna".

20 W rosyjskiej tradycji wiejskiej owym „jurodiwym" przypisywano nieraz nadprzyrodzone moce (ich dziwne zachowanie miało być przejawem kontaktów z zaświatami) i uważano za „świętych".

21 Chyba że — co prawdopodobne — istnieje na Ziemi prawdziwa „podziemna biosfera", o której pisał wspomniany wcześniej Thomas Gold. Wtedy ten ułamek urósłby do znacznie pokaźniejszych rozmiarów.

22 Choć są i wyjątki, gdy pożeranie roślin prowadzi do przejęcia przez pożerające je zwierzęta roślinnych funkcji. Te „wyjątki" nie uśmiercają zjadanych roślin (glonów), tylko zatrudniają je do dalszej pracy. Do takich fotosyntetyzujących zwierząt należą np. zielone ślimaki morskie o długich i płaskich jak liście ciałach, w których przechowują zjedzone przez siebie glony, funkcjonujące jeszcze przez pewien czas jak roślinne chloroplasty. Ostatnio okazało się nawet, że jeden z gatunków tych ślimaków, *Elysia chlorotica*, potrafi wykorzystywać glonowe DNA do samodzielnego wytwarzania chloroplastów, a nawet przekazuje tę umiejętność potomstwu, które już od urodzenia jest zwierzęco-roślinnymi chimerami (zob.: http://www.livescience.com/6030-surprising-sea-slug-plant-animal.html). Takich trwale lub czasowo zamienionych w rośliny zwierząt jest więcej, ale wszystkie są tylko wyjątkami, bowiem dla zwierząt normą jest cudzożywność.

23 Zwierzęta używają do tego głównie fosforanu, a nie węglanu wapnia, czyli apatytu.

24 Sam proces starzenia się może być przyspieszany lub spowalniany przez związki wapnia, które mają wpływ na tempo skracania telomerów na chromosomach, co jest jednym z ważnych wyznaczników czasu życia komórki.

25 Wedle jednej z popularnych hipotez, autorstwa polskiego paleontologa Józefa Kazimierczaka, powszechne wśród morskich istot muszle i pancerze wapienne powstały jako odpowiedź zwierząt na „wapniowe zatrucie" oceanów pod koniec prekambru i są formą detoksykacji organizmów wyrzucających nadmiar zbędnych jonów wapnia na zewnątrz ich ciał. Funkcja ochronna muszli byłaby więc wtórna.

26 Aktywacja następuje w nerkach i wątrobie (stąd są one tak ważnym składnikiem diety drapieżników). Potem kalcitriol przedostaje się do krwi, gdzie czekają na niego specjal-

ne białka transportujące zwane VDBP (od *vitamin D binding protein* — białka wiążące witaminę D), które dostarczają go do wszystkich komórek i narządów. By zrealizować swą istotną biologiczną funkcję, cząsteczki kalcitriolu powinny jeszcze zostać rozpoznane przez umieszczone na powierzchniach jąder komórkowych receptory zwane VDR (od *vitamin D receptors* — receptory witaminy D). VDR-y z kolei wpływają na ekspresję genów, zwłaszcza tych związanych z absorbcją wapnia w jelitach. To one produkują inną grupę białek (kalbindyny), które w jelitach odbierają jony wapnia i transportują je do kości i innych organów.

[27] Co oczywiście nie wyklucza innych, nieraz nawet ważniejszych funkcji tych struktur (np. termoregulacyjnych w przypadku piór i włosów) i innych powodów ich narodzin (np. wspomniana detoksykacyjna rola muszli), ale takie nakładanie się różnych funkcji jest w biologii czymś naturalnym i powszechnym.

[28] W.F. Loomis, *Skin-pigment regulation of vitamin D biosynthesis in man*, „Science”, 157, 1967, s. 501–506.

[29] To nie jest dokładny synonim — do Eskimosów zalicza się też Yupik (Jugytów), a czasem i Aleutów. Poprawność polityczno-językowa nakazuje, co prawda, nie mówić o Eskimosach — tak jak nie powinno się mówić o Cyganach i Buszmenach — i trzeba to uszanować, ale że wszystkie te nazwy są utrwalone, stosuję metodę podawania obu, zwłaszcza gdy nomenklatura „poprawna” nie jest w precyzyjna. Na przykład Roma to też niedokładny synonim Cyganów — bo do tych zalicza się też Sinti — ale dla poprawności przyjmuje się, że termin Roma jest właściwy.

[30] U kobiet zagrożenie osteoporozą pojawia się już po menopauzie, czyli w wieku około pięćdziesięciu lat, co w dzisiejszych czasach trudno nazwać „wiekiem starczym”. Choć oczywiście to bardzo nowa ewolucyjna rzeczywistość [przyp. red.].

[31] R. Frisancho, *Human Adaptation and Accommodation*, University of Michigan Press, Michigan 1993.

[32] O tym, jak styl życia może wpływać na zachorowalność na krzywicę, świadczą badania w Arabii Saudyjskiej, gdzie przypadki krzywicy (i osteomalacji) są znacznie częstsze, niż można by się spodziewać na tej szerokości geograficznej i przy takim nasłonecznieniu. Badacze łączą to z podyktowanym tradycją zwyczajem unikania słońca i szczelnym okrywaniem ciała, z wyjątkiem twarzy i rąk.

[33] Za: R. Frisancho, *op. cit.*

Rozdział dwunasty

Dziesięć tysięcy lat przyspieszonej ewolucji?

Trzy przykłady, które omówiliśmy w ostatnim rozdziale, łączy pewne podobieństwo, co rzuca nieco światła na przeszłość, teraźniejszość i przyszłość naszego gatunku, a nawet całej ziemskiej biosfery. Ukazują one niedostosowanie *Homo sapiens* związane z nowymi dla niego środowiskami i szkodliwe tegoż niedostosowania następstwa, obserwowane na poziomie całych populacji, regionów geograficznych oraz grup etnicznych lub społecznych. Wspólny też jest sposób, w jaki wywoływane przez te czynniki plagi można było zwalczać — wystarczyło podanie brakujących składników, a więc przywrócenie zakłóconej równowagi; równie istotny jest znikomy lub wręcz zerowy koszt takiej terapii. Czasem wystarczyło wzbogacenie pożywienia o śladowe ilości brakujących składników (jodowanie soli, dodawanie witaminy D do mleka). zmiana nawyków żywieniowych (zróżnicowanie diety) albo nawet tylko zmiana zachowań (wystawianie dzieci na działanie słońca w strefach umiarkowanych, lub — przeciwnie — unikanie nadmiernej ekspozycji w tropikach).

Jak zatem można mówić o przełomie w naszych dziejach — a tym bardziej w dziejach życia na Ziemi — skoro tak niewiele było trzeba, by zmiany te wprowadzić? Zamiast odpowiedzi przytoczę znaną anegdotkę o mechaniku, który za przykręcenie jednej śrubki w zepsutej maszynie zażądał tysiąca złotych, a na pytanie, dlaczego tak drogo, skoro chodziło tylko

o jedną śrubkę, odpowiedział: „Za śrubkę biorę złotówkę, reszta jest za to, że wiedziałem, gdzie ją wkręcić”. Istotnie — dla większości z nas skomplikowane urządzenia, takie jak telewizor, komputer czy smartfon to coś na kształt czarnej skrzynki: wiemy, co jest na wejściu (np. wtyczka w kontakcie lub tylko przycisk „on”), i co na wyjściu (np. obraz na monitorze), ale cała reszta pozostaje jedną wielką tajemnicą.

Do tego, by zlikwidować przyczyny krzywicy lub szkorbutu, trzeba rzeczywiście bardzo niewiele. Ale by dowiedzieć się, jak to zrobić, niezbędne były, jak widać, setki lat doświadczeń, niezliczone próby i błędy, miliony ofiar i nieopisane cierpienia, które temu towarzyszyły. W podobny sposób działa ewolucja i jej główny mechanizm, dobór naturalny, a proces dochodzenia do naszej dzisiejszej wiedzy był w istocie procesem ewolucyjnym — wybierane były rozwiązania korzystne, odsiewane — szkodliwe. Ale osiągnięcie tych sukcesów stanowiło w naszych dziejach cezurę i odtąd nic już nie będzie takie jak przedtem.

Być może najciekawszą ze wspólnych cech trzech opisywanych tu „defektów” jest fakt, że wszystkie zostały rozpoznane, na wszystkie znaleziono remedium i wszystkie „naprawiono” niemal dokładnie w tym samym czasie — w pierwszych dziesięcioleciach XX wieku. Plagi, które trapiły ludzkość przez stulecia, odeszły nagle, nieomal w jednym pokoleniu, i już nie powrócą[1]. Jak to się stało?

Koniec ewolucji?

Gdy zadajemy to pytanie, nie chodzi nam o lekarstwo na kolejną chorobę, z którą nie umieliśmy sobie wcześniej poradzić, ale o charakter ewolucji człowieka, który w naszych czasach całkowicie się zmienia. Aby to zrozumieć, musimy na chwilę odejść od głównego wątku i zastanowić się nad poruszanym już kilkukrotnie problemem, a mianowicie kwestią, czy ewolucja *Homo sapiens* zwalnia, czy — przeciwnie — przyspiesza? To pytanie o kluczowym znaczeniu.

Pierwsza teza — ta o spowalnianiu — narodziła się w drugiej połowie XX wieku, gdy naukowcy zaczęli zdawać sobie sprawę, że klasyczna darwinowska definicja ewolucji nie bardzo daje się zastosować do dziejów człowieka, zwłaszcza tych najnowszych. Darwinizm głosi, że każdy osob-

nik dąży do maksymalizacji liczby pozostawionych po sobie genów (co w wersji samego Darwina przekładało się bezpośrednio na liczbę potomstwa), a świat zewnętrzny jest wyzwaniem, w obliczu którego sukces odnoszą tylko najlepiej dostosowani. Rzeczywistość końcowych dekad ubiegłego stulecia nie bardzo jednak dawała się z taką wizją pogodzić. Oszałamiające postępy medycyny, higieny, technologii, a w końcu — może przede wszystkim — rosnąca dostępność środków kontroli urodzeń, wszystko to wyrównywało szanse lepszych i gorszych z punktu widzenia ewolucji biologicznej, przynajmniej w sferze reprodukcji i przeżywalności. Dochodziło do tego pogłębiające się przekonanie o możliwości istnienia świata bez wojen — tę najgorszą mieliśmy właśnie za sobą — co zwiastowała polityka *détente* w Europie i co zostało przypieczętowane „jesienią ludów" w centrum i na wschodzie naszego kontynentu. Koncepcja „końca historii" Francisa Fukuyamy, przewidująca zwycięstwo liberalnej demokracji w polityce i wolnego rynku w gospodarce dobrze współgrała z tym optymistycznym przekonaniem o wkraczaniu w nową erę naszych dziejów — na razie tylko w obrębie krajów „Pierwszego Świata", ale wraz z przyłączaniem się do niego coraz nowych obszarów (wcześniej Japonia, potem Indie, Korea Południowa, potem „azjatyckie tygrysy", a być może wkrótce — wraz z „arabską wiosną" — również i kraje arabskie) być może — w perspektywie czasu — także i reszty ludzkości na całym globie. To prawda, dziś nikt nie ma wątpliwości, że proces ten nie będzie łatwy ani bezkonfliktowy, że będą zdarzały się lokalne wojny i regresy (co konwulsje bałkańskiego czy syryjskiego konfliktu aż nadto wyraźnie uświadamiają), ale w ogólnych zarysach ten zrodzony w latach 70. XX wieku optymizm nie wygasł, a jedynie uwolnił się od naiwności, jaka mu z początku towarzyszyła.

Wszystkie te przemiany — i wiele innych — wpływają na ewolucję człowieka, czy raczej na jej wyraźne spowalnianie. Niektóre w sposób zupełnie oczywisty i zrozumiały: postępy w medycynie i higienie eliminowały infekcje i choroby oraz zmniejszały śmiertelność, zwłaszcza niemowląt, a to od zawsze były potężne czynniki selekcyjne w ludzkich populacjach. To samo dotyczy dostępności i zróżnicowania pożywienia i to niemal niezależnie od stopnia zamożności — dziś w „Pierwszym Świecie" praktycznie wszyscy mogą sobie pozwolić na żywieniowe minimum, które zapewnia dość witamin i mikroelementów, również w okresach, gdy tradycyjnie żywności brakowało (na przykład na przednówku — kto dziś pamięta złowrogie znacze-

nie tego słowa? — lub po okresach nieurodzaju). Sprawiły to przede wszystkim nowe technologie przechowywania i transportu, dzięki którym straciło na znaczeniu, czy żywność wytwarzana jest miejscu, czy tysiące kilometrów dalej. Dziś, paradoksalnie, oznaką zamożności nie są już zewnętrzne objawy obfitego odżywiania, ale właśnie widome oznaki skłonności do jego ograniczenia — wrodzony nam mechanizm oceny *fitness* partnera faworyzuje dziś, w krajach, które uporały się z głodem, smukłe sylwetki, a nie rubensowskie kształty.

Również demokratyzacja stosunków społecznych, choć to już mniej oczywiste, okazała się potężnym czynnikiem zmniejszającym naciski selekcyjne wśród ludzi: równość wszystkich wobec prawa oznacza również równość w dziedzinie prokreacji i równość dostępu do partnerów seksualnych. W czasach historycznych to właśnie nierówność w tej materii napędzała dobór naturalny, zwłaszcza wśród mężczyzn. Jeśli na obszarach podbitych niegdyś przez Mongołów żyją dziś miliony potomków Czyngis-Chana[2], to nie dlatego, że twórca mongolskiego imperium miał silniejsze libido niż jego poddani (których geny nie przetrwały), tylko po prostu miał nieporównanie większe możliwości reprodukcyjne od wszystkich pozostałych mieszkańców swego państwa. Możliwości takie odtwarzały zresztą drabinę zależności — im ktoś znajdował się wyżej, tym statystycznie więcej potomstwa (a więc genów) mógł po sobie pozostawić. Ta reguła dotyczy nie tylko imperium Mongołów, ale wszystkich państw na świecie i wszystkich hierarchii społecznych, nie tylko politycznych. Wyższy status to więcej genów w następnych pokoleniach — trudno o potężniejszy mechanizm selekcyjny w naszych dziejach. Demokracja wyrównuje dostęp do zdobyczy cywilizacyjnych i możliwości prokreacji: im więcej demokracji, tym słabsze działanie doboru naturalnego. A demokracji z upływem lat przybywa, tak jak ubywa dyktatorów.

Największe znaczenie w tym dziele spowolniania ewolucji człowieka miała jednak kontrola płodności, również coraz mniej zależna od statusu majątkowego, pozycji społecznej czy zakresu sprawowanej władzy. Z punktu widzenia ewolucji środki antykoncepcyjne to najpotężniejszy hamulec nałożony na dobór naturalny człowieka. Jeszcze sto lat temu liczbę dzieci dyktowały popędy, a te — za sprawą genów — zmuszały nas poniekąd do prokreacji. Nie dlatego, że tak bardzo chcieliśmy mieć jak najliczniejsze potomstwo, ale dlatego, że seks jest przyjemny. Dziś możemy mieć

więcej przyjemności i mniej dzieci, bo związek między tymi dwoma aspektami życia został poważnie ograniczony, a w krajach cywilizacyjnie najwyżej rozwiniętych praktycznie w ogóle rozerwany. To poniekąd kres dawkinsowskiej „tyranii genów", które, choć nadal rezydują w naszych ciałach i mają swe własne interesy, nieraz muszą już ustępować przed „naszymi" (czyli somatycznymi), często zupełnie odmiennymi preferencjami. To z całą pewnością nie przypadek, że w populacjach, w których istnieje możliwość świadomego kształtowania związku między seksem a prokreacją, współczynnik dzietności radykalnie się obniżył.

Wszystkie te procesy — i wiele innych — przyczyniły się do upowszechniania przekonania, że od czasu, gdy zaczęliśmy wpływać na jej przebieg, ewolucja człowieka spowalnia, a dobór naturalny jako jej mechanizm coraz bardziej traci na znaczeniu. Dziś głównym rzecznikiem tezy o zatrzymaniu ewolucji człowieka jest Steve Jones i pogląd ten jest dominujący. Ostatnio jednak dość nieoczekiwanie pojawili się oponenci — kilku naukowców zaczęło promować pogląd, że jest dokładnie przeciwnie: nasza ewolucja, przynajmniej od czasu rewolucji górnego paleolitu, a już szczególnie w ciągu ostatnich dziesięciu tysięcy lat, coraz bardziej przyspiesza[3]. W dużym skrócie ich tezy można podsumować następująco:

Górny paleolit oraz czasy późniejsze to dla człowieka okres wielkich zmian kulturowych i ekologicznych, którym towarzyszyły nowe i silne naciski selekcyjne owocujące nowymi przystosowaniami i modyfikacjami genotypu. To wtedy, wkraczając na niezajęte wcześniej obszary na północy, ludzie wykształcili takie cechy jak jasna pigmentacja skóry oraz adaptacja do zimna i zmienionej diety. Jednocześnie w tym właśnie okresie — zarówno poza Afryką, jak i w samej Afryce — w szkieletach naszych przodków zaszły daleko idące zmiany polegające na ogólnej gracylizacji kości i, szczególnie od czasów rewolucji neolitycznej, zmniejszeniu mózgu oraz redukcji wysokości ciała, co wiązać można z pogorszeniem diety i negatywnymi konsekwencjami towarzyszącymi osiadłemu trybowi życia i uprawie roli. Wtedy też wśród pasterskich ludów Europy i Afryki doszło do utrwalenia niezwykłych dla ssaków i nieobecnych wcześniej u samych ludzi mutacji zapewniających zdolność do trawienia zawartej w mleku laktozy nie tylko małym dzieciom, ale także dorosłym. Rolnictwo przyniosło też wiele innych zmian i nowych nacisków selekcyjnych. Bardzo istotnym czynnikiem był na przykład gwałtowny rozwój chorób zakaźnych i pasożytniczych

(często odzwierzęcych — to skutek rozwoju hodowli) roznoszonych w wyniku koncentracji ludzi na ograniczonym obszarze, ale także rozprzestrzeniających się na inne ludzkie populacje za sprawą np. kontaktów handlowych. Poza nowymi chorobami przejętymi od zwierząt — ospą, gruźlicą, grypą i dżumą — pojawiły się też inne choroby zakaźne, jak żółta febra, malaria, tyfus, czy cholera. Wszystkie przyjmowały postać często nawracających epidemii, dziesiątkujących nieprzygotowane do obrony przed nimi populacje. Był to więc okres szczególnie silnej selekcji, podczas której nasz układ odpornościowy musiał radzić sobie z zagrożeniami, na jakie nigdy wcześniej nie był wystawiony. Te dramatyczne wydarzenia zapisały się w naszym DNA: geny związane z odpornością na choroby wykazują najbardziej czytelne ślady szybkiej selekcji w nieodległej przeszłości. Jak taki dobór mógł działać w praktyce, świadczą losy tych ludzkich populacji, które w swej historii nie zetknęły się z chorobami przemieszczającymi się „równoleżnikowymi" szlakami kontynentu euroazjatyckiego. Mieszkańcy obu Ameryk i australijscy Aborygeni przetrwali w izolacji od cywilizacji Starego Świata aż do czasów wielkich odkryć geograficznych epoki Renesansu, a w niektórych przypadkach nawet dłużej. Ich pierwsze kontakty z białymi przybyszami były nader często kontaktami ostatnimi i to bynajmniej nie z powodu konfliktów zbrojnych, a za sprawą naszej tajemnej broni — zarazków, wobec których układ odpornościowy tubylców był całkowicie bezbronny. Często całe plemiona wymierały, zanim pierwszy biały człowiek pojawił się na ich terytoriach, bo nasze wirusy i bakterie, niczym forpoczta wielkich armii, zjawiały się tam przed nami. Konkwistadorzy i kolonizatorzy mają wiele na sumieniu, ale większość ich ofiar to wynik ewolucyjnego niedopasowania, a nie masakr lub technologicznego zapóźnienia podbijanych ludów[4].

Wielkie odkrycia geograficzne i towarzysząca im hekatomba (czyli, w kategoriach ewolucyjnych, nowy i potężny czynnik selekcyjny) to już czasy niemal współczesne i to właśnie skłoniło Hawksa i jego współpracowników do twierdzenia, że nasza ewolucja w ciągu ostatnich mileniów lat przyspiesza, bo — jak piszą: „szybka (i trwająca aż do dziś) ewolucja kulturowa rozpoczęta w górnym paleolicie stworzyła znacznie więcej — a nie mniej — okazji do zmian na poziomie genów, będących odpowiedzią na nowe środki transportu, nowe reguły interakcji społecznych i innowacje". Aby podkreślić ogrom tych zmian, autorzy dokonują nawet próby ich

kwantyfikacji, pisząc, że „w ciągu neolitu i w czasach późniejszych tempo ewolucji ponad stukrotnie przekraczało wartości, które cechowały wcześniejsze etapy ewolucji człowieka”.

Artykuł Hawksa i współpracowników został opublikowany w roku 2007 i wywołał burzliwą reakcję licznych komentatorów, doczekał się też wielu omówień w prasie i to nie tylko naukowej. Wobec obowiązującego dogmatu o zahamowaniu ewolucji człowieka ich tezy były tak nowatorskie, a przy tym na tyle dobrze udokumentowane, że wzbudziły zrozumiałą sensację. Na fali tego poruszenia Gregory Cochran i Henry Harpending, dwaj współautorzy artykułu Hawksa, postanowiło temat poszerzyć i rozwinąć i w dwa lata później ukazała się ich książka *The 10,000 Year Explosion: How Civilization Accelerated Human Evolution* [*Dziesięciomilenijna eksplozja. Jak cywilizacja przyspieszyła ewolucję człowieka*], w której, obok znanych już tematów (wpływ rolnictwa i osiadłego trybu życia, chorób, wzmożonej ruchliwości związanej z ekspansją geograficzną i nowymi środkami transportu, wpływ zmian klimatycznych i kolonizacji nowych środowisk) znalazła się też znalazła się też jedna, osobno wyróżniona *case study* (specjalny przypadek, będący egzemplifikacją omawianych problemów), na tyle niezwykła, tak ciekawa i tak przy okazji politycznie niepoprawna, że warto ją i w tym miejscu bliżej przedstawić. Sprawa dotyczy Żydów, ich inteligencji… i ich chorób.

Książka Cochrana i Harpendinga liczy siedem rozdziałów, a ostatni nosi tytuł *Medieval evolution: how the Jews got their smarts*[5]. Autorzy wychodzą od powszechnego i wzbudzającego emocje przekonania o nadreprezentacji Żydów aszkenazyjskich w wielu dziedzinach współczesnego życia wymagających inteligencji, inwencji i bystrości umysłu. I od innego, znacznie mniej znanego i wzbudzającego mniejsze emocje, choć jeszcze bardziej zastanawiającego faktu: Żydzi aszkenazyjscy wykazują znaczną koncentrację rzadkich chorób genetycznych, które u żadnej innej grupy etnicznej nie występują w takim natężeniu. Czy istnieje jakiś związek między nimi? Czy jest to związek natury ewolucyjnej, tzn. wynikający z jakichś nacisków selekcyjnych? A jeśli tak, to kiedy one zachodziły (lub zachodzą) i dlaczego objęły dwie, pozornie tak odległe od siebie, sfery życia?

O nadreprezentacji Żydów wiedzą wszyscy — antysemici, filosemici i ludzie pod tym względem obojętni (najmniej wiedzą — lub najmniej chcą o tym mówić — sami Żydzi), ale Cochran i Harpending przytaczają twarde

dane na ten temat. Żydzi aszkenazyjscy mają najwyższe IQ wśród wszystkich znanych grup etnicznych na świecie. Ich średnia — ok. 112–115 — znacznie przewyższa średnią dla innych Europejczyków, która wynosi 100 (podobną nadwyżkę pokazują też inne „testy na inteligencję", takie jak *Graduate Record Exam* — GRE czy *Scholastic Aptitude Test* — SAT). Wszędzie, gdzie występują duże skupiska Żydów, tak w USA, jak w Europie Zachodniej, ich wybitni przedstawiciele odgrywają nieproporcjonalnie dużą rolę w takich dziedzinach jak polityka, humanistyka, film, a w szczególności nauki ścisłe. Proporcja Żydów aszkenazyjskich wśród najlepszych naukowców w Stanach Zjednoczonych i Europie dziesięciokrotnie przewyższa ich odsetek w populacji. Za życia dwóch ostatnich pokoleń uczeni pochodzenia żydowskiego zdobyli jedną czwartą wszystkich nagród Nobla, choć stanowią zaledwie jedną sześćsetną ogólnej populacji świata (wśród amerykańskich noblistów uczeni pochodzenia żydowskiego stanowią 27 procent, wśród zdobywców Nagrody Turinga — 25 procent. Żydzi stanowią trzy procent populacji USA). Żydzi aszkenazyjscy praktycznie zmonopolizowali szachy, zdobywając ponad połowę najwyższych trofeów w dwudziestowiecznych turniejach. Szeroko znany jest ich wielki wkład w rozwój najważniejszych dla współczesnego świata dziedzin nauki, by wymienić tylko nazwiska Alberta Einsteina — teoria względności i fizyka kwantów, Johna von Neumanna — teoria gier, Richarda Feynmana i Murraya Gell-Manna — fizyka cząstek elementarnych. Również współczesny ewolucjonizm wiele im zawdzięcza — kto cokolwiek czytał na ten temat, wśród pierwszych nazwisk, które przyjdą mu do głowy wymieni pewnie połowę Aszkenazyjczyków (S.J. Goulda, Jareda Diamonda czy Jerry'ego Coyne'a; nawiasem mówiąc również Cochran i Harpending należą do tej grupy). Tę listę można by ciągnąć nieskończenie długo, ale nie warto — najciekawsze przed nami.

Rzecz jasna, wyższy średni IQ Żydów nie oznacza, że wszyscy Żydzi są inteligentniejsi od wszystkich Europejczyków, a ogromna większość przedstawicieli obu grup niczym nie różni się pod tym względem. Jeśli dwie krzywe dzwonowe są lekko przesunięte względem siebie, a tak właśnie jest w tym przypadku, to pola pod krzywymi w większości się pokrywają. Różnice występują dopiero na krańcach, ale to właśnie te skrajności (a raczej jedna: „prawa") decydują o sukcesach w dziedzinach, w których inteligencja i innowacyjność są szczególnie premiowane. Na przykład jeśli średni

iloraz inteligencji u Europejczyków wynosi 100, a średnia dla Aszkenazyjczyków — 110, to (przy najbardziej prawdopodobnym kształcie krzywej) odsetek ludzi o IQ powyżej 140 wynosić będzie odpowiednio 4 promile i 23 promile. Tyle że właśnie wśród tych 23 promili można się spodziewać największej liczby Noblistów.

Trzeba pamiętać, że IQ (tak jak inne wskaźniki inteligencji) jest w wysokim stopniu dziedziczny, podobnie jak np. wzrost czy kolor oczu i włosów. Oczywiście IQ ani żaden inny wskaźnik inteligencji nie mierzy jakiejś platońskiej, czystej „inteligencji", choćby dlatego, że ta cecha nie jest nigdzie dobrze zdefiniowana. Różnych wskaźników inteligencji (nawet określanych tym sam mianem IQ) jest sporo, a same testy są podatne na różnice kulturowe. Ale to niewiele zmienia. Ważne, że IQ z pewnością *coś* mierzy i że to coś jest skorelowane ze sprawnością intelektualną. IQ jest więc cechą i to cechą dziedziczną i jak wszystkie inne dziedziczne cechy fenotypowe podlega działaniu doboru naturalnego. Bardzo silny dziedziczny komponent IQ potwierdziły liczne badania, które pokazały na przykład, że wartość tego wskaźnika u dzieci jest skorelowana z wartością u rodziców i rodzeństwa, a także — co jeszcze ważniejsze — że u bliźniąt jednojajowych korelacja IQ jest wyższa niż u dwujajowych i to niezależnie od wychowania. Bliźnięta jednojajowe rozdzielone po porodzie i wychowywane osobno średnio mniej różnią się IQ niż biologiczne rodzeństwo wychowywane w tej samej rodzinie. Co więcej i co najważniejsze z wiekiem ta korelacja rośnie, co świadczy, że inteligencja nie może być tylko związana z wychowaniem (u dzieci wpływ wychowania jest znacznie silniejszy niż u dorosłych).

Pora wyjaśnić, dlaczego mówimy o Żydach aszkenazyjskich, a nie o Żydach w ogóle. Co prawda, Aszkenazyjczycy są dziś najliczniejszą grupą zarówno w diasporze, jak i w Izraelu, ale ważne jest co innego — Sefardyjczycy (i inne grupy Żydów) po prostu nie pasują do tych rozważań. Ich IQ nie różni się od wartości średniej dla krajów, w których żyją. Podobnie jest w Izraelu, i to niezależnie od tego, czy badania obejmują ludzi tam urodzonych i wychowanych, czy świeżych imigrantów. Według Cochrana i Harpendinga może to świadczyć o późnym ukształtowaniu się ponadprzeciętnej inteligencji jako specyficznej cechy Aszkenazyjczyków i tezę tę starają się udowodnić argumentami historycznymi.

Aszkenazyjczycy, czyli o selekcji inteligencji

Zacznijmy od przypomnienia, kim są Żydzi aszkenazyjscy i na czym polega specyfika tej grupy etnicznej. Jakkolwiek wszyscy Żydzi wywodzą się z terenów dzisiejszego Izraela, to co najmniej od czasów zburzenia drugiej świątyni jerozolimskiej w roku 70 n.e. ogromna ich większość żyła w diasporze, gdzie z czasem wyłoniły się lokalne społeczności, z których dwie największe to Żydzi sefardyjscy, mieszkający na Półwyspie Iberyjskim (a po wygnaniu z Hiszpanii głównie w Holandii i w krajach Afryki Północnej) i posługujący się początkowo wywodzącym się z hiszpańskiego językiem *ladino*, oraz Żydzi aszkenazyjscy, żyjący najpierw nad Renem i we Francji, a później w ogromnej większości na terenach Rzeczpospolitej, w Europie Środkowej i Wschodniej, i mówiący językiem jidysz, wywodzącym się z jednego z dialektów staroniemieckich. (Samo słowo *aszkenaz* to po hebrajsku Niemcy, więc Aszkenazim znaczy po prostu niemieccy Żydzi. Z kolei *sfarád* to we współczesnym hebrajskim Hiszpania, ale pierwotnie słowo to odnosiło się zapewne do całego Półwyspu Iberyjskiego). Poza tymi dwiema największymi grupami wyróżnia się też Żydów Mizrahi, żyjących od początku w Afryce Północnej i na Bliskim Wschodzie, oraz niewielką grupę Bene Israel z Indii, nie mówiąc o wielu pomniejszych ich odłamach. Osobnym problemem jest kwestia Chazarii, wielkiego królestwa, które między VIII a X wiekiem rozwijało się na terenach dzisiejszej Rosji, Ukrainy i Kaukazu oraz nad Morzem Czarnym i Kaspijskim. Jego władcy (a za nimi większość poddanych) przyjęli judaizm i utrzymywali ścisłe kontakty z zagranicznymi gminami żydowskimi. Niektórzy autorzy (m.in. Arthur Koestler w głośnej książce *Trzynaste plemię*) właśnie od Chazarów wywodzą Aszkenazyjczyków i ich kulturę. Najnowsze badania genetyczne wykluczają jednak tę hipotezę i jednoznacznie wskazują na bliskowschodnie pochodzenie wszystkich odłamów Żydów w diasporze[6]).

Żadne znane źródła starożytne nie wskazują, by Żydzi pierwotnie wyróżniali się pod względem inteligencji spośród innych cywilizowanych ludów. Ani rzymskie, ani greckie, ani egipskie zapisy nie dają podstaw do twierdzenia, że postrzegano ich jako wyjątkowo uzdolnionych (jeśli już, taką pozycję przypisywano Grekom) lub by zajmowali uprzywilejowane pozycje w krajach osiedlenia.

Kiedy zatem średni IQ Aszkenazyjczyków zaczął rosnąć i jakie naciski selekcyjne temu sprzyjały? Zacznijmy od tego, że aby jakaś cecha mogła się w populacji rozwinąć i utrwalić, powinna być nie tylko dziedziczna, ale też przekładać się na liczbę potomstwa oraz — by stało się to w tak krótkim czasie — populacja musi być w znacznym stopniu zamknięta, niewymieniająca genów z innymi populacjami (w przeciwnym razie selekcjonowane w niej cechy „rozpłyną się” w morzu innych, a ich wzmacnianie będzie znacznie powolniejsze). Czy populacje aszkenazyjskie spełniały te kryteria (a sefardyjskie nie) i — jeśli tak — kiedy tak było?

W czasach „biblijnych” Żydzi, jak inne populacje tego regionu, byli ludem rolniczym i praktycznie niczym istotnym się od innych mieszkańców Bliskiego Wschodu

nie różnili. Poza jednym — religią, która już wtedy nakładała na nich ścisłe reguły i nakazy i praktycznie zakazywała kojarzenia się z przedstawicielami innych ludów. W diasporze te ograniczenia uległy dalszemu wzmocnieniu, a i tak już obszerny zbiór religijnych nakazów i zakazów z czasem się powiększał i coraz bardziej drobiazgowo regulował wszystkie sfery życia. W powiązaniu z niechęcią chrześcijańskich sąsiadów i silnymi różnicami kulturowymi i językowymi wstrzymało to niemal całkowicie przepływ genów między Aszkenazyjczykami a innymi populacjami. Religia i obyczaj okazały się barierą skuteczniejszą od wszelkich barier geograficznych, odgrywających tę samą rolę w biologii.

Aszkenazyjczycy, czyli Żydzi żyjący w Europie na północ od Alp i Pirenejów, pojawiają się w zapiskach historycznych w VIII i IX wieku, głównie na obszarze cesarstwa Franków, gdzie osiedlali się niemal wyłącznie w miastach (Kolonia, Spira, Trewir) i — jako grupa w największym stopniu piśmienna — zajmowali się zawodami wymagającymi umiejętności posługiwania się dokumentami pisanymi: handlem, finansami i kontaktami między władcami. Mieszkając w miastach i nie mogąc posiadać ziemi, nie zajmowali się rolnictwem i w przeciwieństwie do tworzących znacznie większe skupiska Sefardyjczyków nie trudnili się też rzemiosłem. (Sefardyjczycy nie koncentrowali się tak bardzo na zawodach związanych z handlem i finansami, gdyż Arabowie zajmowali się nimi równie skutecznie.)

W tym sensie Aszkenazyjczycy wypełniali swoistą niszę ekologiczną, w której nie mieli konkurencji, co tylko wzmacniało ich odrębność, użyteczność dla władców, ale i wrogość ze strony sąsiadów. Zaowocowało to zjawiskami, które silnie wpływały na kształtowanie się ich specyficznej puli genowej: względnym dobrobytem oraz wzmacnianą przez nakazy religijne wysoką dzietnością, czemu towarzyszyły nawracające i nasilające się z czasem prześladowania. To właśnie względy bezpieczeństwa spowodowały, że udział Żydów w handlu między odległymi ośrodkami tracił na znaczeniu — dalekie podróże stały się dla nich niebezpieczne, więc Aszkenazyjczycy specjalizowali się coraz bardziej w wymagającej szczególnej biegłości działalności finansowej, a sprzyjała temu doktryna Kościoła, zakazująca chrześcijanom zajmowania się lichwą. Już około roku 1100 Żydzi zwyczajowo parali się obrotem pieniędzmi i utrwaliło się to w ciągu kilku następnych stuleci. Świadczą o tym zapiski historyczne, jak np. te pochodzące z francuskiego Roussilon, powstałe ok. roku 1270. Według nich z 228 męskich przedstawicieli społeczności żydowskiej w tym mieście osiemdziesiąt procent pożyczało pieniądze na procent, odgrywając tam rolę współczesnych banków czy innych instytucji finansowych. Nie zajmowali się tym członkowie żadnej innej grupy społecznej czy etnicznej.

Działalność ta przynosiła istotne dochody. Jak pisze historyk H. Ben-Sasson: „Choć zachodnią Europę nawiedzały w X i XI wieku okresy głodu i chorób, to w żydowskich źródłach nie znajdujemy przesłanek, by sądzić, że to samo dotyczyło społeczności żydowskiej”. Zupełnie inaczej wyglądała sprawa bezpieczeństwa. Zamożność i odrębność Aszkenazyjczyków kłuła w oczy i bez wątpienia to również (poza nienawiścią o czysto religijnej genezie) było przyczyną nasilającej się wrogości, która często przeradzała się w bezpośrednią agresję — na przykład w Nadrenii podczas pierwszej wyprawy krzyżo-

wej w roku 1096 antyżydowskie rozruchy spowodowały śmierć jednej czwartej tamtejszych Aszkenazyjczyków, a gdzie indziej nie było lepiej. Kolejne pogromy przynosiły równie krwawe żniwa i choć po każdej takiej fali w okresach uspokojenia społeczność żydowska się odradzała, a nierzadko dzięki zaradności poprawiała nawet swą sytuację majątkową (i demograficzną), niechęć reszty ludności ograniczała i izolowała ją coraz bardziej, nie pozwalając na zdobywanie nowych „nisz", co z pewnością by nastąpiło przy większej tolerancji i otwartości. Z punktu widzenia ewolucyjnego, piszą Cochran i Harpending, „zwiększało to tylko skuteczność nacisków selekcyjnych na rozwój cech postrzeganych jako tradycyjnie żydowskie — sprytu, zamiłowania do roztrząsania trudnych problemów i uzdolnienia do prac umysłowych". Tam, gdzie cechy te były pożądane, Aszkenazyjczycy stawali się niezastąpieni.

Rosnąca niechęć do Żydów doprowadziła w końcu do ich wygnania z większości krajów zachodniej Europy: w roku 1290 z Anglii, w roku 1394 z Francji, a w następnym stuleciu z większości krajów niemieckich. Wielu z nich emigrowało na wschód — najpierw do Austrii i Czech, a później do polsko-litewskiej Rzeczpospolitej Obojga Narodów, gdzie przy znacznie większej niż na zachodzie tolerancji i przy aktywnym wsparciu polskich królów i arystokracji ukształtowało się największe skupisko Aszkenazyjczyków na naszym kontynencie. W sprzyjających warunkach doszło do prawdziwej eksplozji populacyjnej tej grupy ludności, co po raz pierwszy rozszerzyło ową aszkenazyjską „niszę" o inne zawody, w których premiowane były te „tradycyjne" cechy. Gdy populacje żydowskie, zwłaszcza w mniejszych miastach na wschodzie Rzeczpospolitej, osiągnęły wielkość porównywalną z ludnością miejscową, Żydzi zaczęli zajmować się handlem, rzemiosłem, poborem podatków, zarządzaniem majątkami i wreszcie „wolnymi zawodami", kontynuując jednocześnie działalność związaną z finansami. Stawali się, nie tracąc swej odrębności, nieodłączną częścią gospodarczego i kulturowego krajobrazu tych terenów; zdaniem niektórych żydowskich historyków, na przykład B.D. Weinryba[7], wręcz prawdziwą „klasą menedżerską" całego polsko-litewskiego państwa. Tym gospodarczym, a poniekąd również politycznym sukcesom Aszkenazyjczyków towarzyszyły ich dalsze sukcesy reprodukcyjne.

Gdy w XVII wieku zaczęła się rodzić europejska nauka, w szeregach wybitnych uczonych próżno by szukać nazwisk Aszkenazyjczyków. Wynikało to po części z faktu, że życie kulturalne Żydów koncentrowało się na wschodzie, gdzie nauka rozwinęła się później, po części z tego, że stanowiska akademickie były dla Żydów praktycznie niedostępne, a częściowo też z niechęci samych Żydów do uczestniczenia w intelektualnym życiu Europy. Żydowscy przywódcy, wrogo nastawieni do świeckiej filozofii, nakłaniali swych współwyznawców do studiowania Tory, a nie natury. Już w XII wieku wydany został c*herem*, czyli religijny zakaz studiowania dzieł żydowskiego uczonego Majmonidesa, w dwa wieki później kolejny c*herem* zabronił „członkom [naszej] społeczności poniżej 25. roku życia studiowania jakichkolwiek prac dotyczących filozofii przyrody czy metafizyki".

Wszystko to zaczęło się zmieniać około roku 1800. Wraz z żydowskim oświeceniem (haskala), przyznaniem pełnych praw obywatelskich Żydom przez Kodeks napoleoński i rozpowszechnieniem się idei republikańskich w Europie Zachodniej rola Żydów

w życiu intelektualnym kontynentu zaczęła stawać się coraz większa. Jak pisze brytyjski historyk Eric Hobshawm, wyglądało to tak „jakby ktoś nagle zdjął pokrywkę z garnka z gotującą się pod ciśnieniem wodą”. Ujawniły się tłumione dotąd talenty, nagle we wszystkich dziedzinach nauki zaroiło się od nazwisk żydowskich i odtąd udział ten rósł nieprzerwanie.

Dalsza historia jest znana. Wszystko to nie jest specjalnie nowatorskie i nieraz było podnoszone, choć rzadko z taką otwartością, a nigdy w tak bardzo ewolucyjny sposób. Ale tym, co pracę Cochrana i Harpendinga rzeczywiście wyróżnia jest uwzględnienie drugiej z dziedzin, w których żydowska nadreprezentacja jest wyraźna — ich skłonności do chorób genetycznych. A jeszcze bardziej — próba wykazania związku jednego z drugim.

Fakt wyjątkowej powszechności pewnych ciężkich chorób genetycznych w populacji Żydów aszkenazyjskich jest znany od dawna. Najczęściej w tym kontekście wymieniana jest choroba Taya-Sachsa, ale liczba „żydowskich” chorób jest znacznie dłuższa: choroba Gauchera, choroba Niemanna-Picka, choroba Canavana, rodzinna dysautosomia, zespół Blooma i wiele innych (w sumie ta lista zawiera obecnie trzydzieści dwie pozycje). Wszystkie te schorzenia występują znacznie częściej u Aszkenazyjczyków niż w innych populacjach na świecie, również żydowskich — żadna nie pojawia się szczególnie często u Sefardyjczyków, Mizrahi czy Bene Israel.

Znaczna częstość występowania tego typu chorób w jakiejkolwiek ludzkiej populacji sama w sobie jest ewolucyjnym paradoksem. Poza pewnymi szczególnymi wyjątkami choroby genetyczne powinny być skrajnie rzadkie, zwłaszcza jeśli — a tak jest w wielu z powyższych przypadków — chorzy nie dożywają wieku reprodukcyjnego (cierpiący na „Taya-Sachsa” umierają najczęściej przed osiągnięciem czwartego roku życia). Szkodliwe mutacje pojawiają się oczywiście sporadycznie w każdym pokoleniu i w każdej populacji, ale jeżeli wywołują tak ciężkie schorzenia, dobór naturalny powinien je odsiewać. Ich częstość w populacjach powinna odzwierciedlać częstość samych mutacji (co oznacza wartości rzędu jednego na milion); jeśli jest znacząco wyższa, świadczy to o jej pozytywnej selekcji, czyli aktywnym promowaniu przez dobór. Tylko dlaczego dobór miałby promować śmiertelne choroby?!

Tymczasem wśród Aszkenazyjczyków mutacja wywołująca chorobę Taya-Sachsa występuje u jednej na dwadzieścia pięć osób i choć nosiciele

sami nie wykazują symptomów choroby, to dzieci dwojga posiadających ją rodziców mają dwudziestopięcioprocentową szansę na zachorowanie (to typowy mendlowski rozkład genów recesyjnych u potomstwa; gdy mamy gen *a*, zmutowany i recesywny, i gen *A*, normalny, możliwe są cztery kombinacje: *AA*, *Aa*, *aA* i *aa*; śmiertelną chorobą dotknięci będą wyłącznie posiadacze *aa*, czyli jedna czwarta potomstwa). Gdy w jakiejś populacji często pojawiają się tego typu nadreprezentacje, możliwe są tylko dwa wyjaśnienia: albo wszyscy jej członkowie wywodzą się od jednego lub niewielu przypadkowo zmutowanych przodków (to tzw. efekt założyciela lub model wąskiego gardła, albo, ogólniej, dryfu genetycznego), po których potomstwo odziedziczyło tę przypadłość, albo dobór naturalny faworyzował tę mutację, gdyż mimo negatywnych skutków w razie spotkania dwóch recesywnych genów miała też dobroczynny wpływ na nosicieli jej pojedynczych alleli (tzn. heterozygoty *Aa* i *aA* były lepiej dostosowane od homozygot *AA* i — oczywiście — *aa*). Pierwszy przypadek może dotyczyć Taya-Sachsa, tyle że nie u Aszkenazyjczyków (ci z pewnością nie mają w Europie pojedynczego przodka, ani nawet — mimo pogromów — nie przeszli w swych dziejach przez „wąskie gardło”), ale u niektórych mieszkańców kanadyjskiej prowincji Quebec, a także u izolowanej grupy etnicznej Cajun z południowej Luizjany. Badania historyczne wykazały, że wszyscy współcześni nosiciele zmutowanego genu wśród Cajunów są potomkami jednej pary „założycielskiej”, żyjącej we Francji w XVIII wieku.

W przypadku Żydów pozostaje więc drugi, bardziej obiecujący model — pozytywnej selekcji. Takie przypadki faworyzowania niekorzystnych mutacji są w przyrodzie i wśród ludzi znane, a najczęściej cytowany i najciekawszy jest przykład anemii sierpowatej występującej na terenach malarycznych. Malarię wywołują przenoszone przez komary pierwotniaki z rodzaju *Plasmodium*, które atakują czerwone ciałka krwi, co w konsekwencji prowadzi do ich rozpadu i groźnej niedokrwistości. Malaria przez tysiąclecia nękała mieszkańców terenów podmokłych na obszarach tropikalnych i — jak się uważa — była najsilniejszym czynnikiem selekcyjnym w naszych niedawnych ewolucyjnych dziejach (szczególne jej nasilenie przypadło na czasy po rewolucji neolitycznej, gdyż wycinanie lasów i uprawa roli przyczyniły się do zwielokrotnienia powierzchni obszarów lęgowych komarów). W efekcie doszło do wyselekcjonowania szczególnej mutacji, dającej zamieszkującym takie rejony ludziom pewną ochronę przed chorobą: nosi-

ciele pojedynczego zmutowanego allelu mieli stosunkowo niewielką ilość zniekształconych erytrocytów, co wystarczyło jednak, by zarodźce *Plasmodium* nie mogły się w nich normalnie rozwijać i chroniło przed śmiertelnymi następstwami zakażenia. Ci jednak nieszczęśnicy, którzy otrzymali od rodziców dwa takie allele, zapadali na straszną i nieuleczalną chorobę: anemię sierpowatą. O tym, jak silna była ta presja selekcyjna, świadczy fakt, że mutacja prowadząca do anemii sierpowatej występuje u jednej na sześćset tysięcy osób na terenach niemalarycznych i jednej na sześćset na tych obszarach Afryki, gdzie malaria jest endemiczna. Mamy zatem tysiąckrotny wzrost częstości występowania genu, który jako zwiastun groźnej choroby powinien być eliminowany przez dobór, a był ewidentnie faworyzowany!

Gdyby chodziło o samą tylko anemię sierpowatą, można by się doszukiwać jakichś dodatkowych (poza ochroną przed malarią) przyczyn sukcesu stojących za nią genów, ale okazuje się, że analogiczny mechanizm zadziałał wszędzie tam, gdzie występowała malaria, a mutacja „sierpowata” się nie pojawiła. W szczególności w basenie Morza Śródziemnego i na Bliskim Wschodzie, ale też w południowej Azji i krajach Afryki Zachodniej rozpowszechniła się zupełnie inna choroba zwana talasemią[8], która również zbiera śmiertelne żniwo, gdy osobnik otrzymuje dwa zmutowane geny od obojga rodziców, natomiast nosiciele pojedynczego genu są w pewnym stopniu chronieni przed malarią. Również w tym przypadku dobór promował uszkodzone geny na „zasadzie wyboru mniejszego zła”. Tak działa dobór — zapobieganie jednej chorobie drugą jest może mało eleganckie, ale gdy nie ma innych opcji, wybierane są te, które są akurat dostępne. Było to skuteczne, choć dziś, gdy znane są znacznie lepsze lekarstwa przeciw malarii lub gdy dawne obszary malaryczne zostały osuszone, anemia sierpowata i talasemia są już tylko uciążliwym dziedzictwem minionych czasów.

Nie ma więc wątpliwości, że dobór może faworyzować pewne choroby wrodzone — nawet śmiertelne — ale dzieje się tak jedynie wówczas, gdy ujawniają się one tylko u homozygot, a heterozygotom dają ochronę przed innymi, znacznie groźniejszymi. W przypadku Aszkenazyjczyków problem jest jednak taki, że tych wrodzonych chorób jest szczególnie dużo i nie udało się powiązać ich z jakimikolwiek schorzeniami, których skutki mogłyby łagodzić. Może nowe badania to zmienią i odkryjemy jakąś dawno zapomnianą przypadłość, która w przeszłości mogła odgrywać rolę podobną do malarii, ale Cochran i Harpending wysuwają istotny argument przeciw ta-

kiej interpretacji: ani jedna z tych „aszkenazyjskich” mutacji nie występuje u ich europejskich sąsiadów, którzy przez stulecia żyli na tych samych terenach i stykali się z tymi samymi chorobami. Przy tych samych warunkach środowiskowych (Żydzi żyli wszędzie w rozproszeniu, a nie na własnym, wydzielonym terytorium), ewolucyjne odpowiedzi powinny też być podobne — a najwyraźniej nie były. Dlaczego?

Jeśli przyjrzymy się liście „aszkenazyjskich” chorób, dostrzeżemy zastanawiające zjawisko — najważniejsze z nich (choroba Taya-Sachsa, Gauchera, Niemanna-Picka, rodzinna dysautosomia, zespół Blooma) mają wpływ na jeden tylko rodzaj procesów zachodzących w organizmie człowieka, mianowicie te związane z działaniem komórek nerwowych, w tym na proces dendrytyzacji neuronów i przekazywania sygnałów na synapsach między aksonami[9]. Zwiększona dendrytyzacja neuronów i przyśpieszona transmisja sygnałów nerwowych to z pewnością cechy wpływające w jakiś sposób na inteligencję. Z analogiczną sytuacją mamy do czynienia przy komputerach — o ich wydajności i zdolności do rozwiązywanie szczególnie trudnych zadań decydują czas dostępu do pamięci i jej wielkość oraz szybkość procesora.

Pominę subtelności modelu Cochrana i Harpendinga tłumaczące, jak mogła wyglądać w szczegółach selekcja IQ Aszkenazyjczyków aż do osiągnięcia ich obecnego poziomu („Jeśli założymy, że zaczęli od typowego dla Europejczyków IQ = 100 w roku 600 naszej ery, wówczas osiągnęliby średnie IQ = 112 około roku 1600” — konkludują swe wywody), gdyż — choć ciekawe — nie wnoszą już nic nowego do głównego tematu tych rozważań, czyli problemu przyspieszania lub zwalniania ewolucji człowieka. Pominę też, ciekawe same w sobie, medyczne aspekty chorób aszkenazyjskich i sposobu, w jaki mogły wpływać na inteligencję tych, których dotykały i jak mogły utrwalać się w populacji. Kto ciekaw, może sięgnąć do oryginału.

Czy koncepcja Cochrana i Harpendinga jest prawdziwa? To, co autorzy przedstawiają, jest scenariuszem ewolucyjnym, a scenariusze takie mogą być tylko mniej lub bardziej prawdopodobne. Ich „prawdziwości” nie można ocenić, bo takie hipotezy nie dają się testować, jako że dotyczą zjawisk jednostkowych, które już się wydarzyły, więc nie da się ich powtórzyć (no bo jak?). Historia jest nie tylko niepowtarzalna, ale nie da się też tworzyć jej sensownych modeli, bo w grę wchodzi praktycznie nieskończenie wiele

zmiennych, których zwykle nie można nawet zidentyfikować. W tym przypadku możemy stwierdzić tylko tyle, że koncentracja rzadkich chorób genetycznych w jednej przez wieki niemal zamkniętej populacji na pewno coś oznacza, a porównanie z innymi populacjami, w których w ten sam sposób[10] dziedziczone są „choroby antymalaryczne", zdaje się wskazywać na jej związek z jakimś innym czynnikiem selekcyjnym, który — w przypadku Żydów aszkenazyjskich — niemal na pewno sam nie był chorobą. Niektórzy takiego czynnika upatrywali w prześladowaniach, którym Żydzi przez wieki byli poddawani, ale myśli takie nie wykraczały poza sferę prostych hipotez *ad hoc*, nie poddawano ich rygorom naukowej analizy i — przede wszystkim — nie tłumaczyły zarazem inteligencji i nadreprezentatywności chorób dziedzicznych, co jest atutem analizy Cochrana i Harpendinga. Ale dla nas ważne jest co innego — model autorów mówi o bardzo młodej selekcji, właściwie współczesnej i tym różni się od innych, lepiej znanych przykładów stosunkowo niedawnej ewolucji człowieka, takich jak pojawienie się tolerancji laktozy u niektórych ludów pasterskich w Europie i Afryce, zmianach karnacji skóry pod wpływem różnic w intensywności nasłonecznienia i dostępności witaminy D, gracylizacji szkieletu, czy zmniejszenia objętości mózgu w wyniku rewolucji neolitycznej. Wszystko to były zmiany ewolucyjne i zachodziły pod wpływem doboru naturalnego, ale wszystkie one zdarzyły się relatywnie dawno, bo przed co najmniej kilkukilkunastu tysiącami lat. Koncepcja Cochrana i Harpendinga dotyczy zaś czasów liczonych w setkach lat i to czasów najnowszych.

Ale czy można z tego wnosić, co postulują autorzy, że nasza ewolucja przyspiesza? To jest najważniejsze pytanie, a odpowiedź na nie brzmi, moim zdaniem — nie, wprost przeciwnie! Wszystkie te przykłady, łącznie z ostatnim, są już przecież nieaktualne, bo naciski selekcyjne, które omawianym zmianom towarzyszyły, ustały. Murzyni w USA nie bieleją nie dlatego, że od przybycia do Ameryki minęło tak niewiele czasu — przykład z Aszkenazyjczykami też dotyczy zaledwie kilkuset lat — ale dlatego, że ich dieta się zmieniła i zawiera więcej witaminy D niż dieta ich afrykańskich przodków, a obecnie jej poziom można też uzupełniać za pomocą suplementów. W krajach, gdzie ludzie nie mają naturalnej tolerancji na laktozę, dostępne są substytuty mleka bez laktozy (podobnie jak ludzie z cukrzycą mogą używać zamienników cukru), więc nie istnieje już dobór, który by nabywanie takich metabolicznych zdolności promował. Szerpowie nie cier-

pią dziś na nadczynność tarczycy, bo otrzymują potrzebny im jod w innej postaci. Szkorbut przestał być plagą marynarzy. Zniknęła krzywica. Wszystkie te zmiany mają jeden wspólny mianownik: ich źródłem jest nauka; wiedza, która pozwoliła ustalić, gdzie tkwił problem i z umiejętności jego rozwiązania.

Przyjrzyjmy się raz jeszcze Aszkenazyjczykom, zakładając, że tezy Cochrana i Harpendinga są prawdziwe. Gdy „pokrywka została zdjęta" Żydzi mogli nie tylko zacząć w pełni wykorzystywać swój tłumiony wcześniej potencjał, ale też przerwali izolację — dziś w diasporze większość dzieci rodzi się z małżeństw mieszanych, co znosi jeden z głównych argumentów, na których Cochran i Harpending swą hipotezę ufundowali. Nawet zresztą gdyby ścisła endogamia wśród Żydów wciąż obowiązywała, to i tak naciski selekcyjne kształtujące ich od stuleci przestałyby działać, bo dzietność w tej grupie etnicznej drastycznie spadła, podobnie jak we wszystkich innych populacjach, gdzie wprowadzono kontrolę urodzin i rozerwano *iunctim* między seksem a reprodukcją. To my — mniej lub bardziej świadomie — decydujemy dziś o liczbie dzieci (i wtedy niemal zawsze i wszędzie ją ograniczamy), a nie, jak to się dotąd działo, nasze geny.

[1] Dzisiejsze epidemie, a nawet pandemie mają nieporównanie mniejszy zasięg i/lub łagodniejszy przebieg, a spora część z nich przy bliższej analizie okazuje się „faktami medialnymi” [przyp. red.].

[2] Badanie chromosomu Y pozwala ocenić wyłącznie liczbę męskich potomków, ale można domniemywać, że żeńskich było równie wiele.

[3] Hawks, J. et al, 2007. *Recent acceleration of human adaptive evolution*, http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0707650104. Zob. też: Hawks, J., *Human evolution stopping? Wrong, wrong, wrong*, http://johnhawks.net/weblog/topics/evolution/selection/jones-evolution-stopping–2008.html.

[4] Doskonale opisuje to wszystko Jared Diamond w książce *Strzelby, zarazki i stal* (Prószyński i S-ka, Warszawa 2005) [przyp. red.].

[5] *Średniowieczna ewolucja, czyli dlaczego Żydzi są bystrzy* — tytuł nawiązuje oczywiście do Kiplingowskich *Just So Stories* (*Takich sobie bajeczek*), których pierwsze cztery opowiadania to *How the Whale Got His Throat*, *How the Camel Got His Hump*, *How the Rhinoceros Got His Skin* i *How the Leopard Got His Spots. Just So Stories* spopularyzował wśród ewolucjonistów Stephen Jay Gould, który „takimi sobie bajeczkami” nazywał modele ewolucyjne nie oparte na twardych dowodach i postulujące dowolne przekształcenia ewolucyjne, tak jak u Kiplinga, gdzie małe słoniątko dowiedziało się od krokodyla „dlaczego słoń ma trąbę”, gdy jego nos znajdował się już w paszczy gada. Cochran i Harpending, nawiązując przekornie do Kiplinga, nie uważają jednak swej opowieści za taką sobie bajeczkę, ale za jeden z lepiej udokumentowanych — choć kontrowersyjnych — przykładów szybkiej ewolucji człowieka w najnowszych czasach. [Ich liczni krytycy nie podzielają jednak tego mniemania; przyp. red.].

[6] Zob. np.: *Abraham's Children in the Genome Era: Major Jewish Diaspora Populations Comprise Distinct Genetic Clusters with Shared Middle Eastern Ancestry*, „American Journal of Human Genetics”, vol. 86 (2010), s. 850–859.

[7] Bernard D. Weinryb, *The Jews of Poland. A social and economic history of the Jewish community in Poland from 1100–1800*, Philadelphia: Jewish Publication Society 1972.

[8] To w rzeczywistości dwie różne choroby — talasemia alfa i beta.

[9] W szczególności wszystkie związane są z tzw. metabolizmem sfingolipidowym. Sfingolipidy to grupa cząsteczek tłuszczowych wyodrębnionych po raz pierwszy pod koniec XIX wieku z tkanki mózgowej. Nazwano je tak na cześć mitologicznego Sfinksa — ze względu na tajemniczą naturę i niejasną rolę w funkcjonowaniu układu nerwowego.

[10] Poprzez geny recesywne, które, gdy występują w pojedynczej wersji, nie ujawniają swego istnienia na poziomie fenotypu.

Zakończenie
(choć to dopiero początek…)

Dziś wkraczamy (i to „dziś” w sensie niemal dosłownym, bo mówimy o czasie liczonym w dziesiątkach, a nie setkach czy tym bardziej tysiącach, lat) w zupełnie nową erę i w nową „niszę ekologiczną”, jakiej nigdy wcześniej nie zajmowaliśmy — w niszę (i erę) bez selekcji. A przynajmniej bez takiej selekcji, która nas i wszystkie inne organizmy na Ziemi, wcześniej kształtowała. Ewolucja człowieka jeszcze się nie skończyła (i może nawet przyspiesza), ale jest to już zupełnie inna ewolucja i całkiem inne są jej mechanizmy.

Co się dzieje, gdy dobór naturalny przestaje działać? Japoński genetyk Terumi Mukai przeprowadził fascynujący eksperyment, które przynosi odpowiedź na to pytanie. I choć doświadczenia prowadzone były na muszkach owocowych, to ich wyniki odnoszą się przede wszystkim do ludzi[1]. Mukai opracował swą metodę w latach 60. XX wieku. Chciał sprawdzić, czy życie bez zagrożeń przynosi osobnikom pomyślność i korzyści. W powojennej Japonii, uwolnionej od dramatu niedawnej wojny, przeżywającej boom gospodarczy i rosnący dobrobyt, było to pytanie jak najbardziej na czasie. Mukai, który jako genetyk miał często do czynienia z drozofilami, postanowił stworzyć im iście rajskie warunki, tak by niczego im nie brakło i nie groziły im żadne niebezpieczeństwa. Do eksperymentu wybrał grupę szczęśliwców, którym zapewnił prawdziwe luksusy: zawsze miały pod dostat-

kiem pożywienia, żyły w warunkach idealnej higieny, w optymalnej temperaturze, wilgotności powietrza, bez żadnych naturalnych wrogów (takich jak ptaki czy inni muszkożercy) i w warunkach, gdy nigdy nie groziło im przegęszczenie. W założeniach każdy z osobników miał dożywać naturalnej śmierci i wszyscy mieli szanse na reprodukcję — i choć tak idealny świat się nie ziścił, to było to najlepsze przybliżenie muszego raju na Ziemi, jakie udało się uzyskać: w niektórych próbach z 85 procent złożonych jaj wyrastały dojrzałe płciowo osobniki, co wydaje się wynikiem nie do pobicia, zważywszy na różne naturalne defekty, na które nawet najlepsza opieka nie może pomóc.

W ten sposób Mukai (a później jego następcy, bo analogiczne eksperymenty były powtarzane i rozwijane w innych ośrodkach) wyeliminował wszelkie czynniki selekcyjne ze strony środowiska, ale nie wszystkie w ogóle: muszki (i ludzie) potrafią selekcjonować się same. Gody, zaloty, wybór partnera to nic innego, jak dobór w działaniu — w efekcie ci gorzej przystosowani tracą szanse na prokreację, a ci lepsi są wynagradzani w dzieciach. Jak zmusić muszki, by i na tym polu zrezygnowały z wyboru, a przynajmniej swymi arbitralnymi decyzjami nie zniweczyły zamysłu Mukai na stworzenie idealnego świata bez selekcji? Pomysł był prosty: z każdej grupy muszek badacze wybierali przypadkową parę (samca i samicę) i tylko takim ustawianym „małżeństwom” pozwalali na płodzenie dzieci. Wszelkie skoki w bok były wykluczone, bo nie było ku nim okazji — potomstwo zawsze było z legalnych związków, a te były dobierane na zasadzie pełnej losowości.

Raz na dziesięć pokoleń takich bezstresowo chowanych muszek Mukai przeprowadzał eksperyment, który można by nazwać ekwiwalentem wygnania z raju: przywracał im naturalne, tzn. nieprzewidywalne i groźne środowisko, w którym musiały sobie radzić same, bez pomocy dobrotliwego opiekuna. Były więc zmuszone same szukać pożywienia, dobierać partnerów, radzić sobie z chorobami i z drapieżnikami. Musiały — innymi słowy — walczyć o byt. A Mukai sprawdzał, jak sobie z tym dawały radę.

Wynik? Szło im coraz gorzej. W porównaniu z muszkami kontrolnymi, którym nigdy nie stworzono cieplarnianych warunków, muszki pozbawione czynników selekcyjnych traciły witalność — średnio o 1–2 procent na pokolenie (mierzono to stosunkiem jaj złożonych do tych, z których wyrastały dorosłe, zdolne do prokreacji osobniki). Z każdym kolejnym pokoleniem

pojawiało się coraz więcej jaj wadliwych, coraz więcej zdeformowanych lub niezdolnych do samodzielnego życia muszek, aż w końcu następowała katastrofa i populacja wymierała. Balast złych genów okazywał się zbyt wielkim obciążeniem.

Doświadczenia japońskiego biologa dotyczyły trzech rodzajów selekcji, które operują w realnym świecie: zróżnicowanego przeżywania (efekty złych genów mogą ujawnić się na każdym etapie rozwoju osobniczego i eksperymentator musi zapewnić zdolność przeżycia również tym, którzy w normalnych warunkach byliby bez szans), zróżnicowanej płodności (przejawiającej się głównie w różnej jakości produkowanych komórek płciowych — jaj i plemników) i zróżnicowanej atrakcyjności — jedne osobniki (dotyczy to przede wszystkim samców) są bardziej pociągające od innych. By stworzyć wszystkim równe szanse, trzeba było wyeliminować, a przynajmniej maksymalnie ograniczyć, skutki tych naturalnych różnic.

Badania prowadzone były na drozofilach, ale analogie z ludźmi — czy raczej z ludźmi żyjącymi w najbardziej cywilizowanych krajach — są aż nadto oczywiste. Eliminacja zagrożeń ze strony środowiska, higiena, obfitość pożywienia, brak drapieżników i ograniczenie patogenów to już standard we współczesnym świecie. Kontrola urodzin i — w pewnym stopniu — prawnie usankcjonowana monogamia w świecie ludzi to niemal doskonały odpowiednik stłumienia aktywności doboru płciowego, co Mukai praktykował na swoich drozofilach. I efekty są też podobne: gromadzenie się niekorzystnych mutacji, akumulacja błędów, utrata behawioralnej plastyczności, czyli zdolności do radzenia sobie w nieprzewidywalnym świecie, z którego ten element nieprzewidywalności został w znacznym stopniu usunięty. Jest tylko jedna różnica — Mukai mógł w każdej chwili przerwać swój eksperyment i przywrócić muszkom świat, z którego… wygnał je do raju. My na to nie możemy liczyć.

A więc nowa nisza, którą zaczynamy sobie stwarzać, nie będzie wolna od zagrożeń, tylko będą to (już są) całkiem nowe zagrożenia. Również takie, których nikt się nie spodziewał. Dwa z nich — znów na zasadzie *pars pro toto* — poznamy teraz nieco bliżej. Ich cechą szczególną jest … fantomowa pamięć po „amputowanych” chorobach.

Do czego służy wyrostek robaczkowy?

Jeśli wyrostek robaczkowy jest narządem szczątkowym, a tak uważa większość ludzi (lekarzy nie wyłączając) to oczywiście nie służy do niczego. A przynajmniej nie do tego, do czego służył kiedyś. Bo taka jest definicja narządów szczątkowych, takich jak np. zdegenerowane oczy ryb jaskiniowych, czy kikutowate „skrzydła” nielotnego ptaka kiwi.

Jak pamiętamy, wszystkie gatunki są niejako magazynami takich szczątkowych historycznych pozostałości, bo u wszystkich niektóre funkcje ulegają wyłączeniu i przestają być użyteczne. Człowiek jest pod tym względem szczególnie obciążony. W naszych dawniejszych i całkiem niedawnych dziejach radykalnie zmienialiśmy zwyczaje i środowiska, więc wiele z wcześniejszych adaptacji już przestało być potrzebnych. Ich lista, wciąż uaktualniana, obejmuje około stu osiemdziesięciu pozycji i z pewnością jeszcze się wydłuży. Ale sytuacja z wyrostkiem jest inna, dużo bardziej zagmatwana i fascynująca. Niesie też ważne przesłanie, które dopiero całkiem niedawno udało się rozszyfrować. Po pierwsze zauważmy, że nasz wyrostek nie zanikł i — choć mniejszy niż u bliższych i dalszych krewnych człowieka (gryzoni, kopytnych, drapieżnych), obecny jest u wszystkich ludzi i nie obserwujemy raczej tendencji do jego zanikania. Po drugie — wyrostek bywa groźny, dość często staje się źródłem zapaleń, a same zapalenia, nieoperowane, mogą prowadzić do śmierci (średnio jeden człowiek na szesnastu cierpi na ostre zapalenie wyrostka, a połowa nieoperowanych przypadków kończy się śmiercią). Nie mamy więc tu do czynienia z narządem niezauważanym przez dobór, bo czasem staje się on aż nadto widoczny — przedwczesna śmierć to wszak jeden z najpotężniejszych czynników wzmacniających selekcyjne naciski. Po trzecie wreszcie — usunięcie tego narządu nie powoduje w funkcjonowaniu człowieka żadnych widocznych zmian, co zresztą zawsze było przedstawiane jako główny dowód, że mamy do czynienia z niefunkcjonalnym rudymentem. Można wręcz odnieść wrażenie, że jedyną jego funkcją jest szkodzenie[2]; jest jak tkwiąca w środku naszych ciał mina: w każdej chwili może wybuchnąć, choć nie zawsze tak robi[3].

Wyrostek robaczkowy człowieka jest tożsamy (homologiczny) z uchyłkiem jelita ślepego u innych zwierząt. Ta ślepo zakończona część jelita gru-

bego u ssaków pełni rolę kadzi fermentacyjnej, gdzie liczne populacje bakterii przeprowadzają rozkład materii roślinnej, co dostarcza organizmowi (i samym bakteriom, rzecz jasna) dodatkowych porcji energii. Ale kiedy w ciągu naszej ewolucji człowiek radykalnie zmienił swoją dietę (ogólnie — z roślinnej na mięsną), a większość żywności zaczął poddawać obróbce termicznej, tego typu bakteryjne wspomaganie stało się niepotrzebne i rola jelita ślepego uległa ograniczeniu. W końcu zanikła zupełnie. Dlaczego więc, wraz z nią, nie zniknął sam wyrostek? Dlaczego dobór go nie „widzi", skoro przynosi tyle szkód?

Gdy porównamy wyrostek robaczkowy nasz i naszych najbliższych krewnych — małp, dostrzeżemy coś zadziwiającego: u wielu z nich (np. szympansów) jest on w istocie mniejszy niż u człowieka, co potwierdza przypuszczenie, że nie jest to u nas narząd zanikający. A skoro tak, rodzi się podejrzenie, że pełni on jednak jakąś funkcję. Tylko jaką?

Wyrostek robaczkowy nie jest pusty. Gdy przyjrzeć mu się dokładnie, można zauważyć, że jest siedliskiem niezliczonych bakterii, wyścielających jego ściany. To te bakterie stanowią śmiertelne zagrożenie dla cierpiących na zapalenie wyrostka — gdy jego ściany pękną, wydostają się do jamy ciała i mogą wywoływać ostre infekcje. Choć operacje usuwania wyrostków wykonuje się rutynowo od dziesiątków lat i choć wyrzucono w tym czasie do kosza setki tysięcy takich niepotrzebnych „organicznych resztek", dopiero w roku 2007 dwóch badaczy, Randal Bollinger i William Parker, spojrzało na ten narząd w zupełnie nowy sposób. Ich teza, choć na pozór banalna, była rewolucyjna: może wyrostek nie jest tylko uciążliwym (dla nas) schronieniem dla bakterii, ale służy do tego celu. I to służy nam, nie tylko bakteriom.

W istocie całe nasze ciała są schronieniem bakterii, które rezydują wszędzie, zarówno w jelitach, jak i wszystkich zakamarkach skóry i we włosach. Gdy je zliczyć, okazuje się, że liczba komórek bakteryjnych w człowieku jest dziesięciokrotnie większa niż liczba jego własnych komórek. Kiedy się rodzimy, jesteśmy wolni od bakterii, ale kolonizacja naszego ciała następuje bardzo szybko i u wszystkich osiąga nasycenie na mniej więcej takim samym poziomie. Wygląda to niemal jak kolonizacja opustoszałej wyspy przez gatunki pionierskie z pobliskiego lądu — np. wyspa Krakatau już w kilkadziesiąt lat po gigantycznej erupcji wulkanu miała tę samą liczbę

mieszkańców co przed tym kataklizmem. Zrazu pusta, szybko się wypełniła, a nowi koloniści nie mieli już czego szukać.

Bollinger i Parker zwrócili uwagę na oczywisty (ale zwykle ignorowany) fakt, iż stanowiący część jelita ślepego wyrostek robaczkowy jest jedynym fragmentem przewodu pokarmowego, który nie uczestniczy w procesie trawienia i pozostaje wolny od wpływów zewnętrznych. Gdy np. zatrujemy się lub kiedy mamy biegunkę, tylko tu bakterie mogą przeczekać ten trudny okres i od razu potem rozpocząć rekolonizację, niczym nowi przybysze na wyspie Krakatau po wybuchu wulkanu. Takie, metaforycznie rzecz ujmując, erupcje, zdarzały się w naszych dziejach ewolucyjnych często — np. cholera przez stulecia wywoływała u chorych ataki wymiotów i biegunki, które dosłownie pustoszyły jelitową „florę bakteryjną" (dla przecinkowca cholery taka reakcja organizmu jest korzystna, bo dzięki temu może zarażać nowe ofiary). A większa część tej bakteryjnej „flory", jak dziś wiemy, bardzo nam się w życiu przydaje.

Analizując dokładnie zawartość wyrostków robaczkowych, Parker zwrócił uwagę na jeszcze jeden zaskakujący fakt: poza bakteriami jest on przepełniony przeciwciałami układu odpornościowego (z tzw. grupy IgA). Ich rola w jelitach polega na lokalizowaniu bakterii, które organizm powinien usunąć, gromadząc je najpierw w jelicie grubym, a potem w odchodach. Gdy jednak Parker zajął się bliżej tym problemem, wszystko zaczęło się gmatwać. Okazało się, że bakterie wyrostka, teoretycznie obiekt ataku IgA, mają na powierzchni specjalne receptory, dzięki którym przeciwciała mogą szybciej je zlokalizować! Jak pisze Robert Dunn, wygląda to tak „jakby Chińczycy po wzniesieniu Wielkiego Muru pozostawili w wybranych miejscach wielkie drabiny, by ułatwić życie atakującym". Zaintrygowany, Parker kontynuował badania i natknął się na jeszcze dziwniejsze zjawisko: u ludzi pozbawionych aktywnych IgA, bakterie z receptorami IgA zanikają. Sprawia to wrażenie, jakby IgA i „atakowane" przez nie bakterie nie mogły bez siebie żyć. Sprawy przybrały jeszcze ciekawszy obrót, gdy dociekliwy naukowiec zauważył, że przeciwciała IgA produkują specjalne cukry, które bakterie rozpoznają i które je przyciągają. Domniemani przeciwnicy okazali się najlepszymi sprzymierzeńcami.

W badaniach, jakie Parker podjął, by wyjaśnić ten paradoks, wyszło na jaw, że IgA lokalizują bakterie w wyrostku nie po to, by je zwalczać, ale by im pomóc skupiać się w postaci biofilmów, przylegających do ścianek jeli-

ta. I jeszcze coś: gdy w laboratorium Parkera do kultur bakterii jelitowych dodano czyste IgA, te zaczęły dzielić się piętnaście razy szybciej niż bez niego! IgA najwyraźniej bakteriom pomaga, nie szkodzi.

Ale dlaczego? I czy pomaga też nam, a nie tylko bakteriom? Teoretycznie może być tak, że nasze IgA zostały tylko przez bakterie zmanipulowane i ta dziwna przyjaźń nam do niczego nie służy. Przyroda zna przykłady nie takich manipulacji. Jak pamiętamy, pasożyty i patogeny potrafią tak podporządkować sobie ciała i psychikę swych żywicieli, by ci aktywnie służyli własnym prześladowcom, a nie sobie. Dobrym przykładem są wirusy wywołujące wściekliznę, które tak zmieniają psychikę zakażonych ofiar, by nie bały się nikogo i atakowały wszystkich, nie zważając na zagrożenia (stają się przy tym odporne na ból) — w ten sposób wirusy mogą przenosić się na nowe ofiary. Zakażone ofiary działają wówczas niczym zombie, gotowe posłusznie wykonywać najbardziej samobójcze misje.

Wróćmy jednak do naszego wyrostka. Po Parkerze do akcji wkroczył Bollinger, który porównał bakteryjne biofilmy w jelicie grubym i w wyrostku i stwierdził, że w tym drugim są one szczególnie obfite. Wyglądało to tak, jakby nasze IgA służyły bakteriom do moszczenia sobie w wyrostku wygodnego gniazda i czyniły z niego coś na kształt inkubatora, lub — jak pisze Dunn — „Rajskiego Ogrodu mikrobialnego świata”.

Wszystko to nie tłumaczy jednak zagadkowego i najważniejszego faktu, jakim jest skrajnie nierównomierne występowanie zapaleń wyrostka robaczkowego na świecie — tam, gdzie poziom higieny i usług medycznych jest najwyższy, przypadki tego typu są najczęstsze, a w krajach zacofanych zdarzają się rzadko, przy czym im to zacofanie jest większe, tym liczba zachorowań mniejsza, w skrajnych przypadkach, czyli tam, gdzie ludzie są najbardziej narażeni są na choroby układu pokarmowego, niemal zerowa. Wyjaśnienie, jakiego udziela Bollinger, wydaje się paradoksalne. Otóż tam, gdzie jelita są wciąż polem bitwy między patogenami a układem odpornościowym człowieka, nasze przeciwciała nadal pełnią funkcję, do jakiej zostały powołane, więc i ów Rajski Ogród bakterii nadal działa jak rezerwuar ludzkiej flory bakteryjnej, którą odtwarza po każdej chorobowej tragedii. W krajach o wysokich standardach higieny choroby takie są niezwykle rzadkie, więc zarówno bakterie w wyrostku jak i białka IgA stały się bezużyteczne i czasem zaczynają działać niejako na oślep[4].

Czas na drugie *case study*, też zresztą związane z jelitami i ich „zapaleniami”.

Gdzie są robaki z tamtych lat?

Choroba Crohna to przewlekłe i nieuleczalne zapalenie jelit, prowadzące do owrzodzeń różnych odcinków przewodu pokarmowego, choć najczęściej lokuje się w końcowym odcinku jelita cienkiego lub na początku jelita grubego. Choruje na nią coraz więcej ludzi na świecie i choć trwają intensywne badania nad etiologią i nad znalezieniem skutecznych leków, jak na razie trudno mówić o sukcesach. Wciąż nie wiadomo, co ją wywołuje, i wciąż nie znaleziono odpowiedniej terapii — ani farmakologicznej, ani chirurgicznej. Usunięcie zaatakowanego odcinka jelit jest zwykle nieskuteczne, gdyż choroba najczęściej powraca i atakuje inny fragment przewodu pokarmowego.

Jak w wielu przypadkach dotyczących problemów jelitowych, próbowano doszukiwać się związków tej choroby z obecnością jakichś nieznanych patogenów — bakterii lub pasożytów i brakiem odpowiedniej higieny, co zwykle sprzyja tego typu schorzeniom. Wszelkie takie spekulacje rozbijały się jednak o pewien zaskakujący, choć nieobcy już nam fakt: choroba rozwija się najintensywniej w krajach najwyżej rozwiniętych, gdzie przyjmuje ostatnio charakter epidemii, a omija kraje biedne i zacofane. Opisana została dopiero w roku 1932 przez B.B. Crohna[5], gdyż wtedy jej objawy zaczęły dość często pojawiać się w krajach Europy Zachodniej i w USA. Budziło to coraz większy niepokój, zwłaszcza że atakowała głównie mieszkańców krajów, które dzięki zastosowaniu surowych standardów higieny publicznej uporały się właśnie z wieloma podobnymi schorzeniami. Dziś najbardziej zagrożeni są mieszkańcy Danii i Szwecji — modelowych wręcz krajów gdy idzie o poziom higieny, jakości życia i służby zdrowia. Schorzenie coraz częściej atakuje też mieszkańców krajów, które wcześniej były od niej wolne — wystarczy, że nastąpi istotna poprawa publicznej higieny, czystości i jakości usług medycznych (tak stało się w krajach Europy Południowej, wcześniej w Japonii, a całkiem ostatnio w Korei Południowej). Na temat przyczyn choroby Crohna formułowano wiele, nieraz fantastycznie brzmiących, hipotez; jedna z bardziej popularnych swego czasu wiązała ją z bakte-

riami żyjącymi w lodówkach (takie choroby są znane), gdyż istnieje oczywista korelacja między liczbą lodówek a zachorowalnością na Crohna. Próby zidentyfikowania tych bakterii spełzły jednak na niczym, a sama koncepcja popadła w zapomnienie, gdy ktoś zauważył, że podobna korelacja dotyczy też samochodów, telewizorów, czy komputerów, a tam znalezienia żadnych specyficznych bakterii nikt raczej nie oczekuje.

W latach 90. XX wieku tajemnicę choroby Crohna postanowił rozwikłać amerykański gastroenterolog Joel Weinstock, który pracował właśnie nad dużą książką poświęconą „robakom" jelitowym, głównie nicieniom. Wprawdzie nikt już wówczas nie dowodził, by schorzenie to wywoływał jakiś nieznany pasożyt układu pokarmowego, bo te już dobrze poznano, ale Weinstock zauważył, że pewien związek z pasożytami istnieje — tam, gdzie w wyniku akcji odrobaczania pasożyty wewnętrzne człowieka zostały niemal zupełnie wyeliminowane, zachorowalność gwałtownie wzrastała. Gdy jeszcze dwa pokolenia temu podobne objawy dotykały w USA jedną osobę na dziesięć tysięcy to obecnie udział ten wzrósł czterdziestokrotnie (1 na 250) i dalej rośnie. Myśl, że choroba może mieć podłoże genetyczne, jak wielu podejrzewało, wydała się Weinstockowi absurdalna, bo jaka mutacja genowa mogłaby się tak błyskawicznie rozprzestrzenić na tak wielkim obszarze? Musiało się to wiązać raczej z jakimiś zmianami w środowisku. Ale jakimi, skoro niemal wszelkie znane zagrożenia udało się właśnie wyeliminować?

Wtedy Weinstock postanowił sprawdzić pomysł, który wielu wydał się szalony. Może choroby Crohna nie wywołuje żaden specyficzny pasożyt, bakteria lub inny czynnik chorobotwórczy, ale właśnie *brak* takich czynników, na które organizm był kiedyś wystawiony? Badając robaki jelitowe, Weinstock już wcześniej zaobserwował paradoksalne zjawisko — obecność tych pasożytów nie tylko często nie prowadzi do stanów zapalnych, ale najwyraźniej je uśmierza. Jego zdaniem mógł to być efekt swoistej manipulacji ze strony „robaków": uciszając układ odpornościowy nosiciela, zwiększały szanse na pozostanie w jego wnętrzu i na obfite zasoby pożywienia; w końcu dobry gospodarz to zdrowy gospodarz.

W tym czasie epidemiolodzy, zaalarmowani rozprzestrzenianiem się tzw. chorób autoimmunologicznych (które dziś nękają połowę mieszkańców „pierwszego świata"), sformułowali hipotezę, że ich przyczyną może być właśnie poprawa warunków higienicznych panujących w krajach rozwinię-

tych i powodowana tym swoista bezczynność układu odpornościowego, który — z braku innych celów — kieruje ataki na neutralne substancje lub wręcz na komórki własnego organizmu. Koncepcja Weinstocka idealnie wpisywała się w taki scenariusz.

Rodziło to kolejne, jeszcze bardziej szalone pytanie — czy przywrócenie „robaków" w naszych jelitach nie mogłoby pomóc chorym na Crohna? Dobra myśl — ale kto się na to zgodzi. Zaczęto od myszy, bo ich nie trzeba pytać o zdanie. Myszy trzymane w sterylnych warunkach też chorują na wiele schorzeń autoimmunologicznych, takich jak astma, cukrzyca typu I, stwardnienie rozsiane i inne. Próby z robakami okazały się obiecujące i w wielu przypadkach przyniosły gryzoniom ulgę. Ulgę — nie całkowite wyleczenie, choć to i tak dużo. Tylko że myszy to nie ludzie. Pasożyty przez stulecia były naszym utrapieniem i pozbyliśmy się ich nie bez powodu. Zbyt wiele pasożytów wewnętrznych to niemal pewna anemia i zaburzenia trawienne. Decyzja, by je świadomie zaaplikować pacjentom, nie mogła być pochopna i wymagała ogromnego doświadczenia.

Weinstock miał potrzebne kwalifikacje. Uznał, że najlepszym kandydatem na „dobrego robaka" będzie nicień z gatunku *Trichuris suis*, którym często — i bez żadnych wyraźnie niekorzystnych skutków — zarażają się hodowcy świń. Do badań wybrał 29 pacjentów chorych na Crohna, którzy woleli poddać się wywołującej obrzydzenie kuracji z nadzieją na poprawę, niż znosić nieustające dolegliwości. Wszystkim podano po 2500 mikroskopijnych jajeczek pasożyta i zabieg ten był powtarzany co trzy tygodnie przez okres sześciu miesięcy. W roku 2005 Weinstock i jego zespół mogli już ogłosić rezultaty swych pionierskich badań — u 23 z 29 pacjentów objawy choroby Crohna wyraźnie osłabły[6]. Niektórzy odczuwali tak wielką ulgę, że sami prosili eksperymentatorów o dodatkowe porcje pasożytów. Dziś badania z zastosowaniem *T. suis* prowadzone są w kilku krajach (m. in. w USA, Australii i Danii) na pacjentach nie tylko z chorobą Crohna, ale też stwardnieniem rozsianym i katarem siennym. Wyniki są obiecujące…

Główna teza, jaka z tych badań wynika, brzmi tak: przez setki tysięcy, jeśli nie miliony lat nieodłączną częścią naszej niszy ekologicznej były inne organizmy, które wchodziły z nami w najrozmaitsze, mniej lub bardziej przyjazne (lub wrogie) relacje, a ewolucyjnie najważniejszą z tych relacji odgrywały patogeny i pasożyty. Między nami a nimi trwał nieustanny „wyścig zbrojeń", który wyposażał obie strony w coraz skuteczniejsze środki

ataku (ich) i obrony (nas). Ten proces przyspieszył wraz z wynalazkiem rolnictwa i przejściem na osiadły tryb życia, bo wtedy zmniejszyły się odległości, jakie nas wcześniej rozdzielały, oraz wzrosła gęstość zaludnienia, co ułatwiało naszym prześladowcom zarażanie i kolonizację kolejnych nosicieli. Następujące po sobie fale pandemii i ich tragiczne śmiertelne żniwa tylko wzmocniły nasz gatunek i wywindowały go na szczyt dostępnego w świecie ożywionym uzbrojenia. Układ odpornościowy człowieka pracował — i pracuje — na najwyższych obrotach, w każdej chwili gotowy do odparcia niespodziewanego ataku. Byliśmy — my i oni — niczym dwa supermocarstwa, uzbrojone po zęby w najnowocześniejszą broń i najlepsze środki obrony i poniekąd, w tej naszej kruchej równowadze sił, bezpieczne w świecie, który dobrze poznaliśmy.

I wtedy zdarzyło się coś nieprzewidzianego — jedno z tych supermocarstw zniknęło. To dlatego nasz układ odpornościowy, przez miliony lat nieustannie testowany przez patogeny i pasożyty i nagle pozbawiony swych wrogów, zaczyna zwracać się przeciwko komórkom własnego ciała, jakby szukając dla siebie zajęcia. W wyniku rewolucji medycznej, sanitarnej, przemysłowej, technologicznej i informatycznej odmieniliśmy w ciągu ewolucyjnego okamgnienia nasze życie tak dalece, że dziś problemem nie jest już zagrożenie wynikające z obecności tych wszystkich naszych uciążliwych towarzyszy, ale z ich coraz bardziej dojmującego braku. Żyjąc w aseptycznych mieszkaniach, pracując w klimatyzowanych biurach i jeżdżąc klimatyzowanymi samochodami, pijąc filtrowaną, ozonowaną i fluorowaną wodę i jedząc pasteryzowaną żywność, uwolniliśmy się od czyhających na nas na każdym kroku biologicznych zagrożeń. Tylko nasz układ odpornościowy się nie zmienił — wiecznie czujny i stale gotowy do obrony przed atakami, które nie nadchodzą. Po długotrwałej wojnie upragniony pokój czasem przynosi niespodziewane zagrożenia, np. ze strony wałęsających się band uzbrojonych po zęby, ale już bezużytecznych żołnierzy, którzy poza walką niewiele więcej potrafią robić. Jak wiemy z polityki — gdy nie ma wroga, trzeba go sobie stworzyć. Coś podobnego stało się i w tym przypadku — maszyneria immunologiczna skierowała się przeciw własnym komórkom. Takie choroby jak uczulenia, egzemy czy wrzody stają się plagą cywilizowanego świata — swoistymi „bólami fantomowymi” po amputowanych pasożytach, ale także symbiontach i komensalach, a ich wspólnym mianownikiem wydaje się właśnie nadaktywny układ odpornościowy, który

stara się w ten sposób usprawiedliwić swoje istnienie. Kiedyś marzyliśmy, by żyć w świecie wolnym od „mikrobów” — dziś te mikroby przypominają nam boleśnie, że jesteśmy tylko ogniwem w sieci współzależności i że z otaczającą nas przyrodą musimy ułożyć sobie jakoś życie.

Nowa era?

W roku 2008 na Komisji Stratygraficznej Towarzystwa Geologicznego w Londynie przedstawiono wniosek o ustanowienie nowej jednostki stratygraficznej o nazwie antropocen, obejmującej najmłodszy okres w dziejach Ziemi, w ciągu którego zaznaczył się istotny wpływ człowieka na naszą planetę i jej biosferę. Ogromna większość członków Komisji uznała tę propozycję za interesującą i skierowała ją do dalszych badań i uściśleń[7].

Choć ekscentryczna, koncepcja ta miała za sobą kilka ważnych argumentów. Granice między jednostkami stratygraficznymi stawia się zazwyczaj tam, gdzie w dziejach Ziemi zaszły jakieś istotne zmiany — geologiczne lub ewolucyjne — a trudno zaprzeczyć, że pojawienie się naszego gatunku wywołało zmiany iście rewolucyjne. Mówimy bowiem o gatunku, który:

- wpłynął w istotny sposób na charakter biosfery poprzez zmianę całych ekosystemów (np. lasów mieszanych przekształconych w pola uprawne, jak w Europie),
- spowodował zmianę charakteru litosfery, np. poprzez ekstrakcję milionów ton czystych pierwiastków (żelaza, miedzi, siarki, krzemu, itd.), które nigdy w takiej postaci na Ziemi nie występowały;
- zmienił skład atmosfery za sprawą emisji gazów mających swe źródło w przemyśle (np. CO_2), lub hodowli (np. CH_4), a również takich związków, jakich nigdy w niej nie było (np. freonów), co może mieć wpływ na klimat panujący na całej planecie;
- zakłócił działanie procesów ewolucyjnych, doprowadzając do radykalnej zmiany proporcji gatunków (w tym kluczowych) w wielu ekosystemach. To za sprawą człowieka doszło pod koniec plejstocenu do tzw. wymierania megafauny, kiedy to w krótkim czasie na wielu kontynentach i wyspach oceanu światowego zniknęła większość gatunków dużych ssaków i ptaków, a także wieku innych grup zwierząt i roślin, także morskich. Skala tego wymierania była tak ogromna, że — zdaniem wielu geologów

— jest to jedna z sześciu największych katastrof ekologicznych, jakie dotknęły biosferę w ciągu całych dziejów życia na Ziemi[8].

Sam pomysł zaprezentowany w Londynie, choć zaskakujący, nie był całkiem nowy. Nazwę antropocen wprowadził do użytku ekolog Eugene Stoermer, ale jej popularyzacją zajął się wybitny chemik atmosfery i noblista Paul Crutzen, który uważał zresztą, że zmiany, jakie zaszły podczas antropocenu były tak wielkie i ważne, że uzasadniają nadanie temu okresowi rangi nowej ery geologicznej — antropozoiku (równorzędnej z paleozoikiem, mezozoikiem i kenozoikiem). To postulat niezwykle radykalny i na razie przynajmniej zupełnie nierealistyczny, ale warto zwrócić uwagę, że coś podobnego zdarzyło się już wcześniej, np. gdy Władimir Wiernadski — pionier badań nad biosferą i prekursor hipotezy Gai — postulował wprowadzenie do geologii nowej sfery w koncentrycznej budowie Ziemi — noosfery, analogicznej do litosfery, atmosfery, hydrosfery i biosfery (do której popularyzacji sam Wiernadski najbardziej się przyczynił)[9].

Obecnie wielu geologów uznaje zasadność terminu antropocen, a w roku 2011 amerykańskie Towarzystwo Geologiczne swe doroczne posiedzenie zorganizowało nawet pod hasłem *Archean to Anthropocene: The past is the key to the future*. Z antropocenem jest tylko jeden, ale za to poważny problem — nikt nie wie, jak ustalić jego początek, bo pojęcie wpływu człowieka na Ziemię jest niejednoznaczne. Kiedy ten wpływ się zaczął? Od czasu pojawienia się pierwszych narzędzi kamiennych, od ujarzmienia ognia, od wynalazku języka, od narodzin rolnictwa, od powstania pierwszych miast? Niektórzy, by uprościć ten problem, proponują przemianować po prostu holocen na antropocen, inni — jak wspomniany już Crutzen — w oparciu o badania składu atmosfery chcą widzieć ów początek u zarania rewolucji przemysłowej, czyli pod koniec XVIII wieku. Są propozycje, by granicę wyznaczyć arbitralnie na roku 2000 p.n.e., a więc na czas powstania pierwszych wielkich imperiów na wszystkich kontynentach (poza Australią i Ameryką Północną) — rzymskiego w Europie, na Bliskim Wschodzie i w północnej Afryce, chińskiego i indyjskiego w Azji, królestw Napata/Meroë w Sudanie i Etiopii, państwa Olmeków w Meksyku i Gwatemali i prainkaskiego państwa Chavin w północnym Peru. Jeszcze inni chcieliby — wzorem większości okresów geologicznych — poszukiwać śladów początku antropocenu w skałach osadowych, a dokładniej w glebach, które dobrze rejestrują zmiany środowiska fizycznego, zachodzące np. pod wpły-

wem upowszechnienia rolnictwa. W takim ujęciu możliwe byłoby wbicie symbolicznego „złotego gwoździa” w określonym profilu (paleo) glebowym, tak jak to się stało w przypadku wielu innych profili osadowych dokumentujących klasyczne przejścia między okresami stratygraficznymi. Skrajny pogląd głosi amerykański paleoklimatolog William Ruddiman, który uważa, że rolnictwo nie tylko zapoczątkowało antropocen, ale też gruntownie odmieniło jego późniejsze losy, gdyż uruchomiło proces globalnych zmian klimatu na Ziemi i odsunęło w czasie nastanie kolejnej epoki lodowej, która bez tego już dawno by się zaczęła. Ta propozycja spotkała się zarówno z entuzjastycznym poparciem, jak i gwałtowną krytyką[10].

Niezależnie od chronologii antropocenu sama idea wydaje się atrakcyjna i logiczna, choć trudna do wprowadzenia w praktyce. Dokładne wyznaczenie Roku Zero jest oczywiście niemożliwe (zresztą który z okresów geologicznych można określić z taką precyzją?)[11], ale tu chciałbym zaproponować znacznie bardziej radykalne podejście — że mianowicie, poza punktem początkowym, antropocen ma też, lub mógłby mieć, także swój kres. Być może antropocen już się kończy, zanim jeszcze na dobre zaczął w geologii funkcjonować.

Gdyby chcieć scharakteryzować ten (postulowany wciąż) nowy okres geologiczny jednym słowem, najwłaściwsze byłoby pewnie — niszczenie. Nasz wpływ na Ziemię był przede wszystkim destrukcyjny — na wielu obszarach świata pierwotna przyroda zastała już tylko w nielicznych rezerwatach. Wycinaliśmy lasy, osuszaliśmy bagna, przekształcaliśmy całe ekosystemy, przegradzaliśmy rzeki i prostowaliśmy ich brzegi. Wszystko po to, by żyło nam się coraz lepiej, choć z czasem zaczęliśmy zdawać sobie sprawę, że to droga donikąd. Niby nie ma już drapieżników, które kiedyś były dla nas zagrożeniem, przegrodzone i zabetonowane rzeki nie wylewają już tak często jak kiedyś i nie niszczą upraw, ale czegoś zaczęło nam brakować. To trochę tak, jak w badaniach Weinstocka — choć pozbyliśmy się szczęśliwie większości pasożytów, to okazało się, że cena tego sukcesu — dla wielu — jest za wysoka. A i remedium, jakie Weinstock znalazł, wydaje się dziwnie znajome — wrócić do przeszłości, ale już na naszych warunkach i z naszą wiedzą o tym, co jest, a co nie, warte przywrócenia.

Antropocen był okresem przekształcania i — w dużej mierze — niszczenia nisz ekologicznych, w które wkraczaliśmy, które nie były dostosowane do naszych potrzeb i których nie znaliśmy. Nic dziwnego, że nie wiedzieli-

śmy, co z nich zachować, a co zmienić — i jak. Ale teraz zaczynamy to wiedzieć. Jesteśmy zdani wyłącznie na siebie — nie możemy, jak Mukai, przerwać eksperymentu, ale możemy próbować błędy — gromadzące się w naszym środowisku i gromadzące się w naszych ciałach — naprawiać. I w tym przypadku jednak wyznaczenie Roku Zero byłoby bardzo trudne, bo ta wiedza narasta z czasem i dużo jeszcze czasu upłynie, zanim dotrze do wszystkich. Przeszliśmy — jako gatunek i jako linia rodowa — bardzo długą drogę, ale świadomie stawiamy dopiero pierwsze kroki. Świat poznawaliśmy jak na wojnie — przez rozpoznanie bojem. I trochę się już o nim dowiedzieliśmy. Teraz przyszedł czas na zmianę technik badawczych. A pierwszym nakazem, którym powinniśmy się kierować, jest znane przykazanie lekarzy — *primum non nocere*. Wystarczająco dużo już zepsuliśmy. Teraz, stwarzając naszą nową niszę, powinniśmy starać się zachować maksymalnie wiele z tego, co zachować jeszcze można, i spróbować przywrócić to, co do cna zniszczyliśmy. Bo Ziemię mamy jedną i jest to piękna i wyjątkowa planeta. Teraz, gdy wiemy już tak wiele, potrafimy, ba, musimy, działać z pokorą. Nowa nisza i tak powstanie. Zmiany będą głębokie i radykalne, ale nie muszą być niszczycielskie. Jesteśmy wyjątkowym gatunkiem, żyjącym na wyjątkowej planecie w wyjątkowym czasie. Choć zmiany będą globalne i obejmą wszystko i wszystkich, to dokonywane muszą być lokalnie — w wybranych miejscach, wybranych instytucjach i być dziełem wybranych umysłów. Naszą przyszłością będą miasta — namiastki klifów (wedle metafory Larsona), z którymi kiedyś związaliśmy swe losy. To w nich stworzymy warunki, w jakich będziemy się dobrze czuli. Przestrzeń przestała już być problemem — potrafimy ją łatwo pokonywać i to nawet nie ruszając się z miejsca. Nasza przyszłość będzie paradoksalna, jak na paradoksalny gatunek przystało. Będzie to ekspansja — bo ekspansję mamy w genach — ale połączona z wycofaniem — bo to nakazuje nam rozum i dotychczasowe doświadczenie. Gdy to zrozumiemy, skończy się antropocen, a zacznie nowy okres dziejów.

Przed długą podróżą w nieznane warto czasem powrócić do miejsca, gdzie wszystko się zaczęło, i tam przemyśleć dotychczasowe dokonania i ustalić plany na przyszłość. Takim miejscem dla naszego gatunku i naszej linii rodowej jest Afryka Wschodnia, a najbardziej symboliczną lokalizacją jest dolina rzeki Omo w Etiopii, gdzie odkryliśmy ślady niemal wszystkich etapów naszej ewolucji — od pierwszego hominida (Ardi) po pierwszego

przedstawiciela *Homo sapiens* (człowiek z Herto). Jest paradoksem, że tereny nad Omo, gdzie ludzie tak długo się rozwijali, to dziś obszar zamieszkany przez najbardziej prymitywne plemiona na Ziemi, których życie nie zmieniło się od tysiącleci i którzy w swej kulturze przechowali prawdziwe skarby naszej historii. Ci ludzie — symbolicznie, ale i dosłownie, wciąż żyją w górnym paleolicie, jakby ominęły ich wszystkie rewolucje, które przeorały cały świat na zewnątrz.

Ale ten czas się kończy, bo dziś dolina Omo to też miejsce gigantycznych projektów inżynierskich, które mają to miejsce przekształcić na zawsze. W Gilgel Gibe, w górnym biegu rzeki, wznoszona jest właśnie ogromna zapora (tzw. Gilgel Gibe III), która przegrodzi jej nurt i której korona wznosić się będzie 243 metry ponad jej odwiecznym nurtem. Gdy zostanie dokończona, będzie największym tego typu przedsięwzięciem w Afryce. Budowana tu elektrownia ma mieć moc 1870 megawatów — to dwa razy więcej od wszystkich elektrowni działających dziś w Etiopii. I na tym nie koniec — Gilgel Gibe III ma być tylko ogniwem całej kaskady hydroelektrowni, w skład której wejdą dwie już istniejące (Gibe I i Gibe II) i dwie planowane (Gibe IV i Gibe V). Ten kompleks to jeden z największych projektów inżynierii wodnej na świecie. Zapory i rozciągające się za nimi sztuczne jeziora zaleją wielkie połacie naszej kolebki i wymażą istotne ślady naszej przeszłości. Przyniosą też kres rozwijającym się tam od tysiącleci kulturom miejscowych plemion: Mursi, Bodi, Muguji, Kara, Hamer, Bashada, Nyangatom i Daasanach. Rząd Etiopii, który jest właścicielem i inicjatorem tych przedsięwzięć, jest bardzo dumny ze swych dokonań i planów, ale nie wszyscy podzielają ten entuzjazm. Słynny antropolog z sąsiedniej Kenii Richard Leakey nazwał cały projekt „straszliwym nieporozumieniem”, a Stephen Corry, dyrektor organizacji Survival International, zajmującej się ochroną i prawami ginących plemion, powiedział: „Zapora Gibe III będzie katastrofą o niewyobrażalnej skali dla wszystkich ludów zamieszkujących dolinę Omo. Ich ziemie i ich dobra zostaną zniszczone, a większość z nich nie ma nawet pojęcia, co ich czeka. Rząd Etiopii pogwałcił konstytucję kraju i zobowiązania międzynarodowe […]. Żadna odpowiedzialna instytucja zewnętrzna nie powinna partycypować w tym odrażającym przedsięwzięciu” (projekt finansują Chiny). Do akcji protestów przyłączyło się wiele organizacji, a w czerwcu 2011 w Paryżu Komitet Dziedzictwa Światowego UNESCO na swej 35. sesji wezwał do niezwłocznego wstrzymania prac

i ponownej analizy całego przedsięwzięcia. Rząd Etiopii pozostał jednak nieugięty, a premier Meles Zenawi, deklarując, że projekt zostanie sfinalizowany „za wszelką cenę”, tak wyraził się o krytykach: „Oni chcą, byśmy na zawsze pozostali zacofani i nierozwinięci i służyli ich turystom za muzeum starożytności pod gołym niebem”. Przypominają się podobne słowa burmistrza Augustowa i ministrów polskiego rządu z czasów pamiętnej „bitwy o Rospudę”.

W dolinie Omo zderzyły się trzy światy. Jeden z nich żyje wciąż w górnym paleolicie, drugi może być symbolem antropocenu, trzeci to zapowiedź czasów, które, mam nadzieję, nadchodzą. Zapożyczając od Wiernadskiego, możemy ten hipotetyczny okres nazwać noocenem — Wiekiem Ducha. I rozumu.

[1] Eksperymenty, jakie prowadził Mukai, opisuje dokładnie Mark Ridley w książce *The Co-operative Gene*, The Free Press, 2001.

[2] Lub — w innej wersji — pomaganie rzeszom lekarzy, którzy nim się zajmują.

[3] Na ten temat ciekawie pisze Robert Dunn w książce *The Wild Life of Our Bodies* (2011).

[4] To dlatego usunięcie wyrostka nie powoduje zwykle żadnych objawów. W krajach cywilizowanych choroby jelit są i tak bardzo rzadkie.

[5] Znacznie wcześniej, bo w roku 1904, podobne objawy opisał Antoni Leśniewski, stąd w Polsce spotkać się można z określeniem „choroba Leśniewskiego-Crohna".

[6] Summers R.W., Elliot D.E., Urban, J.F., Thompson R., Weinstock J.V., Trichuris suis *Therapy in Crohn's Disease*, „Gut" 54, 2005, s. 87–90.

[7] Zalasiewicz, Jan et al., *Are we now living in the Anthropocene?*, „GSA Today", luty 2008, 18 (2), s. 4–8.

[8] Zob. Richard Leakey, Roger Levin, *Szósta katastrofa*, Prószyński i Ska, Warszawa 1999.

[9] *Biosfera* Wiernadskiego ukazała się pierwotnie tylko po rosyjsku i przez dziesięciolecia była w krajach anglosaskich zupełnie nieznana, ale na fali zainteresowania Gają i, szerzej, geobiologią, została po latach przetłumaczona na angielski i dziś uznawana jest za pozycję klasyczną.

[10] W.F. Ruddiman, *Kto zmienił klimat?*, „Świat Nauki", 4, 2005, s. 38–45.

[11] Chyba że — jak w przypadku końca mezozoiku — takim punktem granicznym jest upadek bolidu. W takiej sytuacji, teoretycznie przynajmniej, można moment ów określić z dokładnością do sekundy (!), choć oczywiście nie w wartościach bezwzględnych, bo żadna metoda datowania nie pozwala na taką dokładność.

Apendyks

Z historii paleoantropologii i z dziejów badań nad pochodzeniem ras ludzkich

- W siedemnastowiecznych Teoriach Ziemi (WOODWARD, BURNET, STENO i inni) zawarta była myśl, że nasza planeta stworzona została w doskonałej postaci (kula o gładkiej powierzchni, bez szpecących ją gór) i doskonałe były również zrazu wszystkie żyjące na niej istoty, w tym — przede wszystkim — człowiek. Dalsze jej losy rozpatrywać można jako postępujące „psucie" (degenerację), których kulminacją był Potop Powszechny. Ziemia po Potopie była już inną, gorszą planetą, a powstałe potem rasy ludzkie odbiegały wyraźnie od pierwotnej doskonałości („zdegenerowani synowie Adama"). Pojęcie degeneracji było poniekąd pierwowzorem ewolucji (transmutacji), tyle że świat rozwijał się od pierwotnego stanu doskonałości, a ludzie współcześni są w różnym stopniu zdegenerowanymi formami oryginalnej perfekcji.
- Wraz z upowszechnianiem się oświeceniowej wizji postępu również dzieje człowieka zaczęto postrzegać jako wznoszenie się od barbarii („stanu natury", o którym mówili filozofowie) do stanu cywilizowanego. Poznając dzikich mieszkańców dalekich kontynentów, zaczęto w nich teraz widzieć kolejne stadia rozwojowe, pojawił się też poważnie rozpatrywany problem wielości gatunków ludzkich (o różnym stopniu doskonałości).

- Do Europy zaczynają napływać żywe okazy wielkich bezogoniastych małp, o których wcześniej na naszym kontynencie wiedziano tylko z — często fantastycznych — opowieści podróżników i relacji tubylców. W szczególności są to szympansy przywożone z Angoli i orangutany z Borneo. W Europie oraz Ameryce, gdzie nie występują żadne naczelne, obecność istot tak bardzo przypominających ludzi musiała wywoływać sensację i, krótkotrwały zresztą, trend do „antropomorfizacji" wielkich małp, czy innych „małpoludów", w których dostrzegano ludzi lasu lub wynik hybrydyzacji międzygatunkowej.
- Edward TYSON (1650–1708) z Oksfordu wraca jako pierwszy przyrodnik europejski do znanych już w Starożytności (Arystoteles, Galen) poglądów o podobieństwie (a może i pokrewieństwie) między człowiekiem a małpami. Tyson stwierdza, że młody szympans („pigmej", albo „orangutan", jak go nazywa), który zmarł wkrótce po przybyciu z Angoli do Londynu w 1698 roku, jest ogniwem pośrednim, łączącym — w arystotelesowskiej „drabinie jestestw" — zwierzęta z istotami rozumnymi. W swej słynnej pracy *Orang-Outang: Or the Anatomy of a Pygmy Compared With That of a Monkey, an Ape, and a Man* (1699) Tyson wylicza 48 cech łączących jego „orangutana" (szympansa) z człowiekiem i tylko 34 wspólnych z małpami (warto zauważyć, że gdyby trafił na dorosłego szympansa, te proporcje byłyby odwrotne; Tyson przez przypadek zaobserwował zjawisko, które dopiero w XX wieku przykuje uwagę badaczy: że młode małpy człekokształtne znacznie bardziej przypominają człowieka niż dorosłe). Był to pierwszy naukowy opis małpy człekokształtnej, wykazujący jej bliskie pokrewieństwo z człowiekiem. Ta obserwacja, do której wielokrotnie później wracano, znalazła ukoronowanie w koncepcji, że człowiek jest istotą neoteniczną i powstał przez zatrzymanie na etapie młodzieńczym lub dziecięcym wielu anatomicznych i psychicznych cech swego małpiego przodka. W najpełniejszej formie koncepcję tę wyraził znacznie później holenderski biolog Louis Bolk w książce *Das Problem der Menschwerdung (*1926).
- W 1735 roku szwedzki botanik i taksonom Karol LINNEUSZ (1707–1778) w słynnym *Systema Naturae* umieścił człowieka — wraz z małpami i leniwcami (sic!) — w rzędzie Anthropomorpha, należącym do zwierząt czworonożnych. W ten sposób człowiek stał się integralną częścią świata ożywionego (a naczelnych w szczególności). Określając pod

względem anatomii poszczególne grupy „antropomorfów”, przy człowieku Linneusz umieścił sokratejską maksymę: „Poznaj sam siebie” (wymienił też formy „nietypowych” ludzi, np. „satyrów i innych «ludzi z ogonami»”). W ostatnim, znacznie poszerzonym, dwunastym wydaniu *Systema* Linneusz rozszerzył fragment poświęcony wielkim małpom i formom pośrednim, wyróżniając — obok szympansów (*Simia satyrus* i *Simia sylvanus*) także „leśnych ludzi z Borneo” (z rodzaju *Troglodytes*) i podobnych do nich *Homo sylvestris orang outang*, których — jak powiada — bardzo trudno odróżnić jednoznacznie od człowieka. W tymże wydaniu odpowiada na krytyki oponentów włączenia człowieka do jednej grupy z małpami. Pisze: „Zwracam się do Pana (Gmelina, najgłośniejszego z oponentów), i do całego świata, o wskazanie mi wyraźnej cechy pozwalającej jednoznacznie oddzielić człowieka od wielkich małp. Ja w każdym razie nie znam żadnej takiej cechy”. Polowanie na takie szczególne cechy człowieka trwa, ze zmiennym szczęściem, do czasów współczesnych; dziś przybrało formę poszukiwań specyficznych „genów człowieczeństwa” (takich jak np. *FOXP2* — „gen mowy”), odpowiedzialnych za naszą wyjątkowość.

- W swej epokowej *Historii Naturalnej* Georges BUFFON (1707–1788) wymienia wszystkie znane mu małpy, w tym także człekokształtne, wciąż nierozpoznane jako odrębna grupa systematyczna. Czerpiąc dane z Linneusza, Tysona, wcześniejszych opisów malajskich orangutanów i gibonów, a także z uporczywych doniesień o żyjących w lasach, włochatych, dwunożnych i przypominających ludzi monstrach zwanych *Pongo* i *Engeco*, Buffon pisze, że mimo niepewnej wartości tych doniesień warto je zebrać, „gdyż cenna jest każda informacja na temat tych dzikich stworzeń tak bardzo podobnych do człowieka”. Tak jak Tyson, Buffon podkreśla nadzwyczajne podobieństwo wielkich małp i człowieka (w tym także gdy chodzi o aparat mowy), stwierdzając, że język i inteligencja muszą najwyraźniej wynikać u człowieka z innych niż anatomia powodów. Buffon pisze też, że najwcześniejsi (a więc najdziksi) ludzie na Ziemi „byli świadkami konwulsji planety, które wówczas przybierały straszliwe rozmiary. Chroniąc się przed powodziami, mieli do dyspozycji jedynie wysokie góry, z których musieli jednak uchodzić w obawie przed ogniem wulkanów. […] Mając nagie ciała, ale i «nagie»” umysły, wystawieni na niebezpieczeństwa ze strony żywiołów, padający ofiarą agresji

dzikich zwierząt, których nie mogli pokonać, przeniknięci nieusuwalnym poczuciem lęku i poddani surowym warunkom, musieli łączyć swe siły, zrazu dla znalezienia ochrony w grupie, a potem i dla pomocy wzajemnej, którą sobie świadczyli. Poczęli łupać twarde krzemienie — owe «kamienie piorunowe», które ich następcy brali za kamienie spadłe z nieba […]. Wkrótce nauczyli się otrzymywać z nich ogień, uderzając je o siebie". Pogląd o słabości ludzi i sile ich społeczeństw zakorzenił się w myśli europejskiej na dobre.

- W roku 1782 holenderski przyrodnik Petrus CAMPER publikuje wielką monografię na temat wszystkich znanych mu wielkich małp bezogoniastych (*Natural History of the Orang Outang and Other Kinds of Apes*). Camper wykazuje, że budowa aparatu głosowego orangutana (zwłaszcza obecność wielkich worków powietrznych w krtani) wyklucza zdolność do wydawania modulowanych (artykułowanych) dźwięków; inaczej niż Tyson w przypadku opisanego osiem lat wcześniej „pigmeja" Camper dowodzi, że brak mowy u małp wynika z ograniczeń anatomicznych (zbyt mała przestrzeń w krtani w pobliżu strun głosowych). To bardzo nowatorska teza, która powraca dziś w koncepcji mówiącej, że do powstania mowy u człowieka przyczyniło się obniżenie krtani u człowieka i brak worków powietrznych, obecnych u prawie wszystkich małp. Również budowa kończyn dolnych sprawia, że chodzenie w pozycji wyprostowanej jest dla orangutana trudne i nienaturalne, a mały kciuk nie daje podstaw do tak dokładnego manipulowania przedmiotami, jak u człowieka. W sumie więc Camper stwierdza, że między człowiekiem a wielkimi małpami istnieje przepaść, którą Tyson, Linneusz czy Buffon nieopatrznie usiłowali zasypać, przypisując różnym formom zbyt ludzkie cechy anatomiczne czy przymioty. Camper opracował też swój własny, oryginalny pomysł „kąta twarzowego", który znów — tylnymi drzwiami — zasypuje tę głoszoną przez niego przepaść.
- James BURNET (znany lepiej jako lord MONBODDO; 1714–1799) wydaje dwa epokowe, sześciotomowe dzieła *Of the Origin and Progress of Language* (1773–1792) i *Antient Metaphysics* (1779–1799), w których rozprawia nad „pierwotną naturą człowieka" i postępem w dziejach ludzkości. Podobnie jak jego współczesny Jean Jacques ROUSSEAU, Monboddo wychodzi z założenia, że „pierwsi ludzie" jako istoty „stworzone" byli doskonali. Ale — znów jak Rousseau — twierdzenie to odnosi jedy-

nie do ich cielesnej natury. Pod względem cech psychicznych i moralności ludzie zaczynali jako stworzenia pozbawione instynktów społecznych, etyki, nawet języka. Wszystko to miało się pojawić wraz z rozwojem więzi społecznych znacznie później, na sposób ewolucyjny — dokładnie synchronicznie z degeneracją naszej natury cielesnej. Ten paradoks nie powinien dziwić — życie w grupie i pomoc wzajemna zmniejszały zagrożenia i niebezpieczeństwa, którym dziki człowiek musiał sprostać, stąd jego fizyczne atrybuty mogły zanikać wraz z rozwojem instytucji społecznych. (Ciekawe, że teza ta powraca dziś echem dzięki odkryciom, że pod względem budowy anatomicznej, a nawet wielkości mózgu nasze „optimum" przypadało na okres późnego paleolitu, przed wynalazkiem rolnictwa i powstaniem organizacji plemiennych i pierwszych państw. Później nastąpił regres…). Człowiek, stworzony w jedynym miejscu, gdzie panowały iście rajskie warunki do życia (musiało to być w tropikach, „zapewne w Afryce", gdzie pożywienia było pod dostatkiem, a jednostajny klimat zapewniał dostatek przez cały rok), zaczął z czasem zasiedlać coraz to nowe, coraz bardziej odbiegające od pierwotnej doskonałości obszary. Wystawiany na coraz trudniejsze wyzwania, zdołał im sprostać, skupiając się w grupy, wynajdując język oraz tworząc sztuczne zabezpieczenia przed nowymi niebezpieczeństwami. Zmieniał w ten sposób swe środowisko, przystosowywał je do własnych potrzeb, tworząc cywilizację, której efektem były zarówno wspaniałe wynalazki, jak i nieznane przedtem zagrożenia (do ich pokonania potrzebne były nowe wynalazki, i tak dalej, bez końca). Z czasem więc człowiek oddalał się coraz bardziej od natury, żyjąc w swym własnym, stworzonym przez siebie świecie — dokładnie tak, jak żyją zwierzęta hodowlane w stworzonym przez człowieka otoczeniu. Stawał się jakby „samoudomowiony" i ta teza o samoudomowionym gatunku, o odchodzeniu od wpływów natury (a więc i osłabieniu działania doboru naturalnego) powróci w naszych czasach jako ważny element myślenia o ewolucji człowieka. „Idea ewolucji pojawiła się więc zrazu nie w obszarze historii naturalnej — gdzie zarówno formy żywe jak i fizyczne otoczenie jawiły się jako niezmienne — ale w badaniach nad człowiekiem i jego najbardziej zmiennymi aspektami: psychiką i kulturą" — napisał historyk nauki John C. Greene w pięknej książce *The Death of Adam*.

- Georges CUVIER (1769–1832), idąc śladami Linneusza, pragnie stworzyć ogólną klasyfikację wszystkich znanych zwierząt. W monumentalnej *Tableau élémentaire de l'histoire naturelle des animaux* (1798) wydziela dla człowieka odrębny rząd Bimana („dwuręczne"), spychając wszystkie pozostałe wielkie i małe małpy do rzędu Quadrumana. Nawiązując częściowo do „linii twarzowej" Campera, częściowo opierając się na własnej metodzie klasyfikacji czaszek, Cuvier otrzymuje tę samą sekwencję malejącej doskonałości, od Europejczyka, przez Kałmuka, Murzyna, orangutana aż po małpy ogoniaste. Cuvier odróżnia też nareszcie poprawnie szympansa i oranga i przypisuje im właściwe terytoria geograficzne w Afryce i Azji. W 1835 Richard OWEN opisuje i ilustruje szkielety dorosłych i młodocianych szympansów i orangutanów, ukazując wyraźnie tę zagadkową prawidłowość, jaką jest większe podobieństwo niedojrzałych małp do człowieka. Na temat goryla ani Cuvier, ani Owen nie wspominają ani słowem — pierwszy opis naukowy tej największej z małp bezogoniastych ogłoszony został dopiero w roku 1847.
- Jean Baptiste LAMARCK (1744–1829) jako pierwszy porusza w swej *Philosophie Zoologique* (1809) problem ewolucyjnych korzeni naszego gatunku, sugerując, że „jedna z odmian wielkich małp, kierowana potrzebą dominacji i lepszego widzenia świata, mogła wykształcić stopniowo cechy właściwe człowiekowi".
- Tak jak kultura ludzka mogła (a poniekąd musiała) podlegać ewolucji, tak też ewoluowały w czasie poszczególne rasy człowieka. Problem ras był i właściwie do dziś pozostał jednym z najtrudniejszych zagadnień antropologii, a rozrzut poglądów był zawsze olbrzymi — od odmawiania podziałom rasowym jakiegokolwiek znaczenia (w imię jedności wszystkich ludzi, tzw. monogeniści), po traktowanie ich jako odrębnych gatunków (a czasem nawet rodzajów! — poligeniści). Wynika to, rzecz jasna, z ogromnego, choć powierzchownego zróżnicowania ludzi i z wrodzonej nam zdolności (i skłonności) do dostrzegania, a poniekąd i wyolbrzymiania takich różnic.
- Problem klasyfikacji — i samego istnienia — ras ludzkich do dziś pozostaje kwestią sporną. Linneusz wydzielił cztery (amerykańską, czyli czerwoną, europejską, czyli kaukaską lub białą, afrykańską, czyli czarną albo etiopską, oraz azjatycką, czyli żółtą albo mongolską), żyjący później niemiecki anatom i antropolog Johann Friedrich BLUMENBACH (1752–

1840), zwany niemieckim Buffonem, właściciel największej w Europie kolekcji czaszek, szkieletów, płodów i portretów różnych typów ludzkich, dodał jeszcze jedną — malajską. Co do pochodzenia ras ludzkich, Blumenbach przejął opinię Buffona, wedle której pierwotny (i biologicznie najdoskonalszy) człowiek narodził się w rejonie Morza Kaspijskiego (rasa kaukaska), a wszystkie inne formy powstały drogą degeneracji (pod wpływem innych klimatów i środowisk) w miarę ekspansji ludzi na niezamieszkane tereny na innych kontynentach. Stąd rasa kaukaska jest najpiękniejsza wedle wszelkich obiektywnych kryteriów estetycznych, a pozostałe odbiegają w różnym stopniu od tego uniwersalnego kanonu piękna (z rasą „etiopską" jako oddaloną od niego najbardziej).

- Tezy Blumenbacha spopularyzował jego uczeń, George CUVIER, który jednak w odróżnieniu od swego mistrza opuścił jedną z ras Linneusza i wyróżnił tylko trzy: kaukaską, mongolską i negroidalną (status rasy „czerwonej", albo amerykańskiej do dziś jest przedmiotem dyskusji: jej pochodzenie od „mongoloidów" jest oczywiste, więc, mimo różnic, jakie nagromadziły się od czasu ich rozejścia się, bywają one utożsamiane). Cuvier, jako najwybitniejszy rzecznik szkoły katastrofistów, uważał, że człowiek pojawił się na Ziemi już po ostatniej katastrofie, utożsamianej z Potopem (lub tuż przed) i jest najmłodszym gatunkiem na naszej planecie. Słynne stało się jego powiedzenie: „Człowiek kopalny nie istnieje" („L'homme fossile n'existe pas"); nie znamy (przed)ludzkich skamieniałości, gdyż ich po prostu nigdy nie było.
- W 1797 angielski archeolog John FRERE donosi o znalezieniu w Hoxne w hrabstwie Suffolk, w starych osadach z kośćmi dużych, wymarłych już ssaków, prymitywnych narzędzi kamiennych. Na tej podstawie dowodzi, że człowiek musiał istnieć na Ziemi już w „poprzednim" świecie (antedyluwialnym, przedpotopowym, czyli wedle dzisiejszej terminologii — przed ostatnią epoką lodową). Ilustracja narzędzi z Hoxne ukazuje pięściaki krzemienne należące do kultury aszelskiej, czyli wytwór starszy zarówno od artefaktów ludzi współczesnych (*Homo sapiens*), jak i neandertalskich. Gdyby Cuvier znał pracę Frere'a musiałby zrewidować swój sąd o braku ludzi kopalnych…
- Angielski antropolog James C. PRICHARD (1768– –1848) w swej wielkiej pracy *Researches into the Physical History of Man* (1813) wraca do idei człowieka jako gatunku samoudomowionego. Pokazując, że zwierzę-

ta hodowlane wykazują zwiększoną zmienność i obecność licznych ras, Prichard łączy ten fakt z rozbiciem rasowym naszego gatunku (i rodzajem nieuświadomionej selekcji partnerów seksualnych ze względu na preferencje estetyczne). I on również klasyfikuje rasy ludzkie na skali liniowej, dowodząc, że tam, gdzie różne rasy współistnieją i zajmują różne pozycje społeczne (jak w Indiach czy starożytnym Egipcie), rasy „wyższe" są zwykle jaśniejsze od „niższych". Stąd też rozwój cywilizacji (czyli wzrost samoudomowienia) oznaczać miał zarazem ewolucję gatunku w kierunku coraz jaśniejszej karnacji. Jest to więc odwrót od koncepcji „degeneracji" gatunku i prekursorska idea rasogenezy pod wpływem doboru płciowego.

- 1859. Karol DARWIN publikuje dzieło *O powstawaniu gatunków…*, w którym przedstawia teorię ewolucji świata ożywionego i podaje mechanizm powstawania nowych gatunków (dobór naturalny). Choć na temat pochodzenia człowieka w książce jest tylko jedno zdanie, dyskusja, jaka rozgorzała wokół tez Darwina, koncentruje się wokół tego problemu. Koła tradycjonalistyczne są oburzone — nikt nie chce pochodzić od małp, zwłaszcza afrykańskich, uważanych za wyjątkowo nieatrakcyjne. Choć Darwin nie ma ochoty angażować się w te spory, jest jasne, że wierzy w „małpi" scenariusz. Już w liście (z 1857 roku) do przyjaciela i współodkrywcy doboru naturalnego A.R. Wallace'a pisze: „Pytasz mnie, czy będę omawiał kwestię człowieka. Myślę, że pominę całe to zagadnienie, zbyt silnie obciążone uprzedzeniami; ale z chęcią przyznaję, że jest to dla przyrodnika problem najważniejszy i najciekawszy".
- Odkrycie (1857) i opis (1860) fragmentarycznej czaszki prymitywnej istoty ludzkiej w jaskini k. Dusseldorfu, w dolinie rzeki Neandra (od nazwiska Joachima Neumanna, lokalnego badacza folkloru, który przybrał grecką formę swego nazwiska — Neander, czyli nowy człowiek. Jak na miejsce znalezienia szczątków najstarszego człowieka w Europie to nazwa niezbyt szczęśliwa). To pierwsze naukowo opracowane szczątki przedludzkie, które przypisano do innego niż człowiek gatunku biologicznego (*Homo neanderthalensis*). Rozpoczyna się długotrwały spór nad miejscem „człowieka z Neanderthalu"; obok zwolenników ewolucji, dla których to odkrycie przychodzi w najlepszym momencie (rok wcześniej ukazało się dzieło Darwina), nie brak i głosów, że „małpie" cechy tych szczątków (masywne kości, grube łuki nadoczodołowe, wygięte ko-

ści udowe) są wynikiem zmian patologicznych lub trybu życia ich (skądinąd bardzo prymitywnego) właściciela. W tym kontekście wymieniano na przykład Kozaka z carskiej armii (jeźdźca — stąd wygięte kości nóg), ofiarę wojen napoleońskich. W ostatnich latach XX wieku z tych samych kości udało się wyekstrahować pierwsze zachowane fragmenty neandertalskiego DNA — pokażą one, że gatunek ten istotnie oddzielił się dawno — ponad pół miliona lat temu — od linii prowadzącej do człowieka współczesnego. Już w ciągu pierwszego dziesięciolecia od ukazania się *opus magnum* Darwina najwięksi darwiniści zabierają głos „w kwestii człowieka". W 1863 Thomas Huxley publikuje *Man's Place in Nature*, w tymże roku Charles Lyell wydaje swe *Geological Evidences of the Antiquity of Man*, rok później Alfred R. Wallace pisze *The Origin of Human Races and the Antiquity of Man Deduced from the Theory of Natural Selection*. Wszyscy wykazują głębokie podobieństwo anatomiczne (homologię) między człowiekiem a małpami, dowodząc zarazem, że człowiek istniał już zapewne na długo przed neandertalczykiem, być może w początkach plejstocenu lub nawet w pliocenie albo jeszcze dawniej. Ten pogląd o wielkiej odwieczności gatunku ludzkiego pozostanie przez dziesięciolecia dominującym motywem myśli antropologicznej — człowiek wprawdzie pochodzi od małpy, ale oddzielił się od niej bardzo wcześnie. Dopiero niedawne badania molekularne pokażą, że nasz gatunek jest bardzo młody, a pokrewieństwo z małpami bliższe, niż ktokolwiek mógł przypuszczać.

- 1864. A.R. WALLACE wysuwa tezę, że człowiek podlegał działaniu doboru naturalnego w początkach swej historii, ale kiedy osiągnął wyższy poziom kultury (narzędzia, język, życie społeczne) zaczął sam zmieniać otaczające go środowisko i przystosowywać je do własnych potrzeb. Odtąd dobór przestał na niego działać, a rasy ludzkie, które ukształtowały się we wcześniejszym okresie, przestały się zmieniać. Tak Wallace godził zwaśnione od dawna obozy monogenistów i poligenistów. Teza Wallace'a o ustaniu działania doboru na człowieka przetrwa do dziś, ale jego późniejsze poglądy, coraz bardziej oddalające człowieka od sił przyrody, a z czasem coraz mniej naukowe i coraz bardziej mistyczne (mózg ludzki jako efekt interwencji „wyższej siły duchowej"), staną się trudne do przełknięcia dla darwinistów. W swej argumentacji Wallace pozostanie jednak, jak zawsze, wielce oryginalny: mózg człowieka, jako zdolny do ge-

nerowania nauki, sztuki, moralności czy poezji, nie mógł zostać stworzony przez dobór, bo ten nie potrafi przewidywać przyszłości. Jeśli mózg „dzikusa” jest taki sam jak nasz, to znaczy, że został mu „dany”, gdyż dzicy ludzie nie rozwiązują na co dzień rachunków różniczkowych i nie prowadzą dysput filozoficznych. O dziwo, ten paradoks Wallace’a nawet dziś bywa jeszcze przywoływany w rozważaniach nad ewolucyjnym pochodzeniem ludzkiego intelektu.

- Zrażony przez metafizyczne tony prac Wallace’a, DARWIN zabiera w końcu głos na temat człowieka. W swej wielkiej książce *O pochodzeniu człowieka i doborze płciowym* (1871) zamierza rozstrzygnąć trzy zagadnienia: zwierzęcego pochodzenia naszego gatunku, mechanizmów jego rozwoju i znaczenia ras ludzkich. Z braku dowodów kopalnych naszej ewolucji, Darwin opiera się na przesłankach neontologicznych (tzn. z dziedziny biologii, nie paleontologii). Zwraca uwagę na liczne atawizmy i rudymenty naszej budowy (szczątkowy wyrostek robaczkowy, szczątkowe owłosienie, szczątkowa kość ogonowa, sporadyczna zdolność poruszania uszami), których wartość przystosowawcza jest znikoma lub żadna, ale które są pozostałością po zwierzęcych przodkach. Na tej podstawie, w iście detektywistycznym stylu, Darwin odtwarza sylwetkę domniemanego przodka człowieka: żył w Afryce (bo tu mieszkają najbliżsi krewni człowieka — szympansy i goryle), w klimacie ciepłym (jesteśmy „z natury” istotami ciepłolubnymi), na terenach leśnych, potrafił wspinać się po drzewach, miał chwytne stopy (jak u noworodków) i ogon, był okryty futrem (z zarostem u obu płci), miał szpiczaste i ruchliwe uszy, oraz (u samców) wystające kły, których używał do grożenia i walki. Kolejne etapy naszej ewolucji, związane z opuszczeniem drzew, przyjęciem postawy wyprostowanej, zwolnieniem rąk z funkcji lokomotorycznych, wytwarzaniem narzędzi, redukcją uzębienia i ogólną gracylizacją budowy, nie przedstawiały dla Darwina większych teoretycznych problemów, choć oczywiście kolejność i dokładny mechanizm tych przekształceń pozostawały sprawą otwartą. Z anatomią naszego przodka poszło łatwo, co jednak z psychiką i uczuciami? Tu sprawa była trudniejsza, ale Darwin potrafił i do tej materii (a raczej ducha) zastosować swą metodę. Takie uczucia jak przyjemność, wierność, czułość, szczęście czy strach, nie mówiąc już o bólu i agresji, występują — choć nieraz w rudymentarnej formie — również u zwierząt, nie ma więc powodu, by dobór

naturalny nie potrafił ich z czasem wyostrzyć i rozwinąć. Nawet tak głęboko ludzkie cechy jak wierzenia religijne można znaleźć u zwierząt w zaczątkowej postaci — np. u psa, który potrafi obdarzyć swego pana iście metafizycznym oddaniem (problemom tym poświęcił Darwin osobną książkę *O wyrazie uczuć u człowieka i zwierząt* (1872). W ten sposób, zasypując psychiczną przepaść między człowiekiem a zwierzęciem, a jednocześnie szeregując samych ludzi na skali o rosnącym poziomie „człowieczeństwa" (najniższy poziom zajmują na nim Indianie z Ziemi Ognistej — lud dziś już całkowicie wymarły), Darwin stworzył wrażenie ciągłości tam, gdzie inni widzieli nieprzekraczalną przepaść. Droga do rozwoju psychologii ewolucyjnej, do uczynienia z socjologii, a nawet polityki dziedzin nauk przyrodniczych została przetarta. Człowiek jest dziwnym gatunkiem. Stworzony — jak inne — na drodze ewolucyjnej doszedł dziś do stanu, w którym potrafi zakłócić, a nawet odwrócić same mechanizmy ewolucji. „My, ludzie cywilizowani — pisał Darwin — robimy dziś wszystko, by zahamować proces eliminacji [osobników]; budujemy przytułki dla wariatów, szaleńców i chorych; wprowadzamy przepisy chroniące biednych; a nasi lekarze dokonują cudów, by chronić, a nawet przedłużać życie każdego człowieka. Nie można wątpić, że szczepionki uratowały tysiące ludzi, którzy z powodu swej słabej odporności dawno padliby ofiarą ospy. Tak więc słabsi członkowie społeczeństwa mogą dalej przekazywać swe cechy. Każdy, kto zajmował się kiedykolwiek hodowlą zwierząt, pojmie doskonale, że wszystko to musi mieć wysoce niekorzystne skutki dla [biologicznej] przyszłości ludzkiego rodu. […] Wszyscy ludzie powinni móc swobodnie konkurować ze sobą, a najlepsi z nich nie powinni być ograniczani prawem ani zwyczajami przed osiąganiem sukcesów i płodzeniem licznego potomstwa". Myśli te, podobnie jak jego rozważania nad konkurencją między różnymi grupami etnicznymi, staną się pożywką dla bardzo modnej w początkach XX wieku eugeniki i tzw. darwinizmu społecznego. Wbrew pozorom jednak Darwin nie był zwolennikiem ani jednego, ani drugiego. Nie wszystkie cechy człowieka dają się wyjaśnić działaniem doboru naturalnego. Niektóre z różnic anatomicznych i psychologicznych między płciami (piękno kobiet czy odwaga mężczyzn) mogły być wynikiem doboru płciowego — specyficznego mechanizmu ewolucji, któremu Darwin poświęcał zawsze wiele uwagi. Połowa *Pochodzenia człowieka* poświęcona została

działaniu tej odmiany doboru w całym świecie zwierząt. Nawet rozwój sztuki czy tańca (a także, nawiasem mówiąc, różnic rasowych) tłumaczył Darwin konkurencją o względy partnerów seksualnych. Wszystkie te tezy wrócą ze zdwojoną siłą w naszych czasach socjobiologii, samolubnych genów i antropologii feministycznej. Zaiste — Darwin wielkim uczonym był.

- 1891–1892. Holenderski lekarz i anatom Eugène DUBOIS wyrusza na Jawę z nadzieją znalezienia tam przepowiadanego przez Ernsta Haeckla „brakującego ogniwa" w ewolucji człowieka (nazwanego na wyrost pitekantropem, czyli małpoludem). Haeckel potrafił z góry określić jego cechy („niemowa" — stąd nazwa gatunkowa *allalus* — wyprostowana postawa, duża głowa), a Azję jako miejsce zamieszkania wybrał, podobnie jak znakomita większość antropologów, ze względu na znaczną powierzchnię stepów i innych terenów trawiastych, które zjawiły się na tym kontynencie pod koniec trzeciorzędu. W takim środowisku człowiek miał zerwać ze swym małpim dziedzictwem. Fakt, że Dubois znalazł tak szybko to, czego szukał jest jednym z bardziej zdumiewających przykładów przypadku w nauce. Dziś wiemy, że supozycje o azjatyckim pochodzeniu przodków człowieka były błędne, a Jawa, wyspa i to zupełnie pozbawiona stepów, była chyba najmniej odpowiednim miejscem dla takich poszukiwań.
- 1909. Marcellin BOULE opisuje szczątki (kompletny szkielet) starego neandertalczyka z La Chapelle-aux- -Saints, odkopany rok wcześniej. W wielkiej monografii poświęconej temu znalezisku odmalowuje neandertalczyków jako istoty dzikie, prymitywne, o bardzo małpich cechach, a więc stanowiące boczną, wymarłą gałąź naszego drzewa rodowego. Tezy Boule'a, dziś uznane za jawnie fałszywe i oparte na błędnych przesłankach (patologiczne cechy szkieletu uznał za normę gatunkową), staną się na długie lata wzorem myślenia o tych najbliższych nam i wielce tajemniczych praludziach. Współczesne rekonstrukcje neandertalczyków są zaprzeczeniem Boule'owskich i przedstawiają białych ludzi o wyglądzie podobnym do współczesnych Skandynawów.
- 1912. „Znalezisko" człowieka z Piltdown (nazwanego *Eoanthropus dawsoni*). Smutna data w paleoantropologii. To fałszerstwo (czaszka współczesnego człowieka ze sztucznie postarzoną żuchwą orangutana z nadpiłowanymi kłami została podrzucona do osadów z początków plejstocenu,

gdzie leżała wraz z kośćmi wymarłych ssaków) na długie dekady skrzywiło obraz historii człowieka. Nowoczesność człowieka z Piltdown ugruntowała coraz powszechniejsze wówczas przekonanie o wielkiej odwieczności naszego gatunku, o braku bliższych związków z małpami afrykańskimi, o Europie jako kolebce linii ludzkiej i o konieczności wyłączenia pitekantropa i neandertalczyka z listy naszych bliskich krewnych. Wszystkie te poglądy okazały się po latach niesłuszne. Sprawca tego fałszerstwa — wciąż jednego z najgłośniejszych w historii nauk o człowieku — mimo wielu podejrzanych do dziś nie został zidentyfikowany.

- 1925. Raymon DART odkrywa w jaskini Taung w RPA dobrze zachowaną czaszkę (ze skamieniałym odlewem mózgu!) młodego osobnika; istoty, którą nazywa australopitekiem, czyli „małpą południa”. Jest przekonany, że te dwunogie naziemne stworzenia o małych głowach były poszukiwanymi formami przejściowymi między małpami a człowiekiem. Jeśli tak, oznaczało to, że w naszych dziejach dwunożność poprzedziła powstanie dużego mózgu i że początki tej historii związane były z Afryką. Przeczył temu nieszczęsny człowiek z Piltdown. Niemal wszyscy europejscy antropologowie odrzucili sugestie Darta, zaliczając jego australopiteki do jakichś kopalnych małp człekokształtnych („chodzących szympansów”). Kolejne odkrycia Darta (obecność wśród szczątków australopiteków licznych kości długich, poroży i żuchw zwierząt kopytnych) skłaniają go do przyjęcia tezy, że pierwsze narzędzia używane przez człowieka były właśnie tego typu obiektami, a australopiteki posługiwały się nimi do polowań — w tym także na inne australopiteki. Tak powstała jego koncepcja „kultury osteodontokeratycznej” (kości, zębów i rogu) i przekonanie o wrodzonej człowiekowi od samego początku agresywności związanej z mięsożernością. Tezy te zaciążą na długo nad myślą antropologiczną. Odkrycia Roberta BROOMA z lat 30. i 40. XX wieku, które pokazały współwystępowanie dwu bardzo różnych gatunków australopiteków (tzw. robustnych i gracylnych) w Afryce Południowej i gromadzące się wątpliwości co do autentyczności człowieka z Piltdown prowadzą do uznania prawdziwej pozycji australopiteków na naszym drzewie rodowym. Dopiero ponowna analiza materiału Darta i nowszych znalezisk, dokonana przez C.K. Braina, pozwoli stwierdzić, że australopiteki były ściśle roślinożerne, a ślady na kościach są w istocie pozosta-

wione przez zęby dużych kotowatych. Tytuł książki Braina *The Hunters or the Hunted?* (1983) nie pozostawia złudzeń, że w tamtych czasach to nie „my” byliśmy myśliwymi.

- Schyłek lat 20. XX wieku. Odkrycia w jaskini Czu-Ku- -Tien pod Pekinem i opisanie nowego gatunku azjatyckich hominidów, nazwanego człowiekiem pekińskim (sinantropem, *Sinanthropus pekinensis*). Podobnie jak w przypadku pitekantropa, odkrywca sinantropa Davidson BLACK pojechał do Chin z nadzieją potwierdzenia tez o azjatyckiej kolebce ludzkości — i znalazł to, czego szukał. Dalsze badania w Czu-Ku-Tien przyniosły odkrycie wielu czaszek, kości długich i bardzo prymitywnych narzędzi kamiennych, a także ślady użycia ognia — najstarsze tego typu świadectwa kopalne. Tuż przed II wojną światową (podczas której cały materiał chiński zaginął) dwaj Niemcy Franz Weidenreich i G. von Koenigswald dochodzą do przekonania, że pitekantrop i sinantrop to przedstawiciele tego samego gatunku (dziś zaliczanego do *Homo erectus*), a różnice między nimi to przejaw silnego zróżnicowania rasowego.
- Lata 50. Seria odkryć w Afryce Wschodniej, łączonych z „klanem LEAKEY’ów” — słynną rodziną kenijskich antropologów. Okazuje się, że australopiteki żyły nie tylko na południu Afryki, ale i na wschodzie tego kontynentu, w rejonie Wielkiej Doliny Ryftowej. Co więcej, było wiele gatunków tych stworzeń — wystarczająco dużo, by uznać, że któryś z nich musiał być przodkiem późniejszych ludzi. W latach 40. i 50. Louis Leakey odkrywa w rejonie słynnego wąwozu Olduvai niezliczone, bardzo prymitywne narzędzia kamienne, przypisane do tzw. kultury oldu-wajskiej. Leakey, osamotniony już w swych poglądach, wciąż wierzy w odwieczność rodzaju *Homo* na Ziemi (a australopiteki, pitekantropy i neandertalczyka traktuje jako boczne gałęzie na naszym drzewie rodowym). W 1959 odkopuje kompletną czaszkę istoty, którą nazywa zinjantropem. Choć ma ona wyraźne cechy robustnych australopiteków, uznaje ją (z braku innych kandydatów) za twórcę narzędzi olduwajskich i bezpośredniego przodka człowieka. W kilka miesięcy później Mary Leakey odkrywa kości, a nieco później i czaszkę innego stworzenia — znacznie delikatniej zbudowanego i o większym mózgu — które znacznie lepiej nadaje się na autora tego największego (poza językiem) wynalazku w naszych dziejach, czyli narzędzi. Nazywa je *Homo habilis* — człowiek

zręczny. I ona, i Louis uznają ten gatunek za pierwszego prawdziwego człowieka. Do dziś teza ta ma wielu zwolenników.

- Lata 50. i 60. Zwycięstwo darwinizmu w postaci tzw. teorii syntetycznej (neodarwinizm) prowadzi do zakwestionowania nadmiernego rozproszenia taksonomicznego wśród hominidów. Wszystkie współczesne „rasy" ludzkie tracą swą silną odrębność (później samo pojęcie „rasy" zostanie zakwestionowane: badania pokazują, że różnice genetyczne między „rasami" są minimalne), pitekantrop i sinantrop uznane zostają za odrębne odmiany tego samego gatunku (*Homo erectus*), neandertalczyk zostaje wręcz włączony w obręb naszego własnego gatunku, uzyskując status osobnej rasy geograficznej — *Homo sapiens neanderthalensis*, wszystkie przedludzkie formy hominidów zaliczone zostają do jednego rodzaju *Australopithecus*, a „człowiek z Piltdown" ostatecznie uznany zostaje za fałszerstwo. I choć jest to zapewne nadmierne uproszczenie, a późniejsze lata przyniosą częściowy odwrót od tej tendencji, (np. ponowne wydzielenie odrębnego gatunku dla neandertalczyka), to dziś całkowite zerwanie z lamarkistowskim paralelizmem ewolucyjnym i odejście od koncepcji wiązki linii rodowych podążających w tym samym kierunku na rzecz chaotycznych i przypadkowych gałęzi darwinowskiego drzewa rodowego wydaje się przesądzone. W naszej ewolucji nie było jednego celu, nie było „dążenia" do niczego, nie było żadnego — lepszego od innych — kierunku. Staje się też oczywiste, że „zaczynaliśmy od nóg, nie od głowy", wedle obrazowego powiedzenia André Leroi-Gourhana.
- Lata 70. i 80. Rewolucja w paleontologii. Teraz można już badać pokrewieństwo i datować wydarzenia ewolucyjne, nie tylko studiując szczątki wymarłych gatunków, ale także porównując pokrewne (homologiczne) makrocząsteczki — białka i kwasy nukleinowe (fragmenty DNA) — u ich żyjących sukcesorów. Im większe podobieństwo, czyli wspólnota sekwencji aminokwasów (białek) i par zasad (DNA) dwu badanych gatunków, tym bliższe ich pokrewieństwo, a znając tempo mutacji określonych molekuł, można oszacować czas rozejścia się linii prowadzących od ich wspólnego przodka. Porównując w ten sposób pokrewieństwo molekularne człowieka i wielkich małp, naukowcy dowodzą, że z afrykańskimi antropoidami łączy nas więcej, niż ktokolwiek mógł się spodziewać, a wspólny przodek goryla, szympansa i człowieka żył nie dawniej niż pięć do siedmiu milionów lat temu. „99 procent wspólnych genów!"

(człowieka i szympansa) — to hasło wywołuje burzę w środowisku antropologów i zasadniczo zmienia podejście do chronologii głównych wydarzeń w antropogenezie. W słynnym artykule z 1967 roku opublikowanym w „Science" Sarich i Wilson określają rozejście się linii człowieka i wielkich małp afrykańskich na cztery do pięciu milionów lat i rzucają wyzwanie powszechnym poglądom sytuującym to wydarzenie na dziesięć do nawet 30 milionów lat. W systematyce tak bliskie i świeżej daty więzy pokrewieństwa oznaczają przynależność do wspólnego taksonu; przy jednoprocentowej różnicy genów nawet na poziomie tego samego rodzaju. *Trzeci szympans* — tytuł głośnej książki Jareda Diamonda — dobrze oddaje dzisiejsze nastroje wśród ewolucjonistów. Przy minimum konsekwencji człowiek powinien zostać zaliczony do tego samego rodzaju, co oba gatunki szympansów (jako *Pan sapiens* — to nawet dobrze brzmi), albo szympans do tego samego rodzaju, co człowiek (*Homo paniscus* — też nieźle!). Tylko przywiązanie do tradycyjnego nazewnictwa wstrzymuje przed takim krokiem.

- Możliwość porównań genomów przedstawicieli niemal wszystkich prymitywnych plemion współczesnych pozwala ustalić, że największe zróżnicowanie mtDNA występuje w subsaharyjskiej Afryce i zmniejsza się wraz z odległością od Czarnego Lądu. Rodzi się koncepcja „Ewy mitochondrialnej" (a później i „Adama Y") i jej pochodna — hipoteza „Pożegnania z Afryką", podważająca dominującą wcześniej pozycję hipotezy multiregionalnej, wedle której ludzie współcześni powstali niezależnie na wszystkich lądach Starego Świata na bazie żyjących tam lokalnych populacji *Homo erectus*. W słynnym artykule z 1987 r. Rebecca Cann i in. określają wiek „Ewy" na 140–280 tysięcy lat.
- Lata 90. i przełom tysiącleci przynoszą serię nowych odkryć szczątków kopalnych hominidów i to ze wszystkich etapów ewolucji człowieka. W 1994 Meave Leakey odkrywa w Kenii najstarszego dotąd hominida — *Australopithecus anamensis* — wkrótce jednak detronizuje go Tim White, który donosi o odkopaniu w Etiopii nowego rodzaju *Ardipithecus ramidus*, datowanego na 4,2 miliona lat. Niewyobrażalna dotąd granica czterech milionów lat zostaje przekroczona. W roku 2000 Martin Pickford i Brigitte Senut odkrywają w Kenii liczące sześć milionów lat (!) szczątki dwunożnej istoty *Orrorin tugenensis* (nazwanej szumnie „człowiekiem milenijnym"), w rok później Michel Brunet donosi o przekro-

czeniu kolejnej granicy — siedmiu milionów lat — wraz z odkryciem w Czadzie czaszki *Sahelanthropus tchadensis*, o cechach wskazujących na dwunożność. Ze względu na wiek znaleziska (poprzedzający przyjmowaną datę rozejścia się linii szympansa i człowieka) stawia to w nowym świetle problem narodzin bipedalizmu w naszej i — być może już nie tylko naszej — linii rodowej. Niespodzianki czekają również poszukiwaczy najmłodszych gatunków *Homo*. W roku 2003 z indonezyjskiej wyspy Flores nadchodzi doniesienie o odkopaniu dobrze zachowanych szczątków tajemniczego „hobbita" (*H. floresiensis*) o silnie zredukowanych rozmiarach i nadzwyczaj małym mózgu, mniejszym nawet niż u szympansa. Młody wiek znaleziska (18 tysięcy lat) i towarzyszące mu narzędzia kamienne oraz ślady ognisk i polowań na słonie stwarzają trudną do rozwiązania łamigłówkę taksonomiczną i ewolucyjną. Na razie przeważa pogląd, że „hobbit" jest przejawem tzw. karłowatości wyspowej i przykładem niezależnej ewolucji *Homo* na izolowanej wyspie.

- Czasy współczesne. Badania genetyczne (zarówno mtDNA, jak i całych genomów) pozwalają odtwarzać główne szlaki rozprzestrzeniania się *Homo sapiens* poza Afrykę, co przynosi wiele zaskakujących odkryć. Okazuje się, że najwcześniejsza wędrówka odkrywców Starego Świata biegła tzw. południowym szlakiem nadmorskim, wzdłuż wybrzeży Oceanu Indyjskiego i aż do Australii, która została skolonizowana wcześniej niż Europa. Obraz zaludnienia świata staje się coraz bardziej złożony. Wcześniejsze modele — „Pożegnania z Afryką" i multiregionalnej ewolucji — tracą rację bytu.
- Odczytanie mtDNA i genomów jądrowych kopalnych gatunków hominidów (neandertalczyka i „denisowian" — pierwszego kopalnego hominida znanego wyłącznie na podstawie genów) i ich porównanie z genami ludzi współczesnych przynosi sensacyjne odkrycia. Wynika z nich, że model całkowitego zastąpienia wcześniejszych hominidów przez zwycięskich kolonistów z Afryki jest zbyt uproszczony, gdyż w genotypie ludzi współczesnych są znaczące domieszki genów neandertalskich (od 2 do 4% u wszystkich nie-Afrykanów) i denisowiańskich (do 6%, głównie u Melanezejczyków; ci ostatni mają więc geny *dwóch* innych gatunków hominidów), co wskazuje na krzyżowanie się przybyszów z Afryki z lokalnymi hominidami.